



ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DAS PRÁTICAS LEAN NA INDÚSTRIA PORTUGUESA

DIOGO NUNO MOREIRA DA SILVA GONÇALVES MARTINS

novembro de 2018

ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DAS PRÁTICAS LEAN NA INDÚSTRIA PORTUGUESA

Diogo Nuno Moreira da Silva Gonçalves Martins

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

ESTUDO DA IMPLEMENTAÇÃO DAS PRÁTICAS LEAN NA INDÚSTRIA PORTUGUESA

Diogo Nuno Moreira da Silva Gonçalves Martins
1160071

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação do Mestre João Augusto de Sousa Bastos e a coorientação do Doutor Luís Miguel Ciravegna Martins da Fonseca.

2018

Instituto Superior de Engenharia do Porto
Departamento de Engenharia Mecânica

JÚRI

Presidente

Doutor António Manuel Pires

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto, IPP

Orientador

Mestre João Augusto de Sousa Bastos

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto, IPP

Co-orientador

Doutor Luís Miguel Ciravegna Martins da Fonseca

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto, IPP

Arguente

Doutora Fernanda Amélia Fernandes Ferreira

Professor Adjunto, Escola Superior de Hotelaria e Turismo, IPP

AGRADECIMENTOS

Aos meus amigos e companheiros de luta ao longo do mestrado, e em especial na fase da dissertação, Alexandra Martins e Nuno Barbosa. Foram muitos dias, muitas noites, muitas horas de estudo, de diversão, de companheirismo e de aprendizagem.

A ti, meu Amor, que sempre me apoiaste ao longo deste percurso, e me concedeste força, carinho, amor e amizade em todos os momentos. Que me ajudavas ao ler, ao corrigir e ao sugerir alterações que abrilhantaram este trabalho. O teu apoio foi fundamental para alcançar o final desta etapa!

Aos meus pais, que todos os dias me apoiaram e incentivaram ao sucesso desta etapa, que me possibilitaram atingir este patamar do conhecimento, e que me formaram como homem de valores e princípios.

À minha irmã, que sempre me animou e estimulou a prosseguir rumo ao sucesso, que sempre me diz para ir atrás dos sonhos, do que gosto de fazer, e sobretudo de ser feliz.

À minha tia Cecília, às minhas avós e às minhas primas Sofia e Regina, por todo o apoio e carinho que tive o prazer de receber.

Ao meu orientador, Professor João Bastos, por me ter concedido a oportunidade de realizar a dissertação na temática do *Lean*, e pelo seu apoio, disponibilidade e ajuda demonstrada ao longo de todo o percurso.

Ao meu coorientador, Professor Luís Fonseca, pelo apoio prestado na construção e validação do questionário que serviu de base à recolha dos dados.

Aos colegas e amigos com quem tive o prazer de cruzar ao longo deste percurso no ISEP, em especial ao Ricardo Guedes, à Liliana Carneiro, ao Nuno Costa e ao Daniel Basto.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para ao meu sucesso,
Muito Obrigado!

PALAVRAS CHAVE

Ferramentas *Lean*; Implementação *Lean*; Indústria Portuguesa; Produção *Lean*; Valor.

RESUMO

O pensamento *lean* consiste numa filosofia de gestão direccionada à maximização do valor gerado através da minimização de desperdícios, tendo por base uma visão de melhoria contínua. O valor é percecionado pelo cliente como uma atividade, processo ou operação que culmine na entrega de um produto ou serviço com base nas especificações exigidas pelo próprio. Já o desperdício diz respeito às atividades que se realizam e que não acrescentam valor a um produto ou serviço, na ótica do cliente. Neste sentido, a implementação de práticas *lean* no seio de uma organização torna-se fator imprescindível na competitividade da mesma no seu setor de atuação, tendo em consideração o funcionamento do mercado globalizado.

A presente dissertação propõe-se estudar os níveis de penetração dos conceitos *lean* e da implementação das práticas subjacentes a estes, na estrutura industrial portuguesa. A recolha dos dados que suporta o estudo é realizada através de um questionário endereçado às organizações industriais portuguesas, pretendendo-se a auscultação das mesmas e a retirada de ilações que permitam a evolução dos sistemas *lean*, contribuindo este para o incremento da competitividade das organizações. O questionário é dividido em quatro secções, nomeadamente a caracterização da organização, o *lean* na organização, o *lean manufacturing* e o *lean product development*.

A partir dos dados obtidos, são efetuados dois tipos de análise: uma estatística descritiva, em que se avaliam parâmetros que descrevem os resultados obtidos, e uma estatística exploratória, na qual se valida a consistência interna das respostas e se testam correlações entre variáveis.

A realização deste estudo permitiu verificar que uma expressiva fração das organizações utiliza práticas *lean* no seio da sua atividade. Quanto à maturação da implementação, esta apresenta, na generalidade, um grau de sucesso mediano. Destacam-se pela positiva a preocupação na adoção dos princípios do trabalho em equipa e da partilha da informação com os colaboradores. Ao invés, a descentralização de responsabilidades e a interligação com os fornecedores são princípios a carecer de maior grau de atenção por parte das organizações industriais nacionais.

KEYWORDS

Lean Implementation; Lean Manufacturing; Lean Tools; Portuguese Industry; Value.

ABSTRACT

Lean thinking is a management philosophy oriented to value-added maximization through the waste minimization, based on a continuous improvement overview. The value is perceived by client as an activity, process or operation which results in the delivery of a product or service within the order specifications. The waste is generated by some activities that not increase value in a client perspective. In this context, the lean implementation becomes crucial to the organizations, concerning the global market.

This dissertation purpose is to study the deepness of the levels of both lean conceptions and implementation in the Portuguese industrial context.

Data collection is made through an online survey addressed to the Portuguese industrial companies, intending to obtain assessments about their own lean implementation success. The survey is divided in four sections, namely organization characterization, lean in the organization, lean manufacturing and lean product development.

Based on the obtained data, two types of analysis are performed: a descriptive statistics, where the obtained results are described, and an exploratory statistics, in which the internal consistency of the answers is validated and correlation tests between variables are performed.

This study allowed verifying that a great percentage of the organizations use lean practices within its activity. Concerning the lean implementation maturity, it presents a medium degree of success. A revealed plus side of the study is the concern in the adoption of the teamwork and internal information share principles. On the other hand, responsibilities decentralization and interconnection with suppliers are some of the principles that need to be given greater attention by the Portuguese industrial organizations.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

| | |
|------|--|
| CAE | Classificação das Atividades Económicas Portuguesa |
| FMEA | <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> |
| FTT | <i>First Time Through</i> |
| KMO | Kaiser-Meyer-Olkin |
| OEE | <i>Overall Equipment Efficiency</i> |
| RPN | <i>Risk Priority Number</i> |
| SMED | <i>Single Minute Exchange of Die</i> |
| SPSS | <i>Statistical Package for the Social Sciences</i> |
| TPM | <i>Total Productive Maintenance</i> |
| TPS | <i>Toyota Production System</i> |
| VSM | <i>Value Stream Mapping</i> |
| WIP | <i>Work in Progress</i> |

Lista de Unidades

| | |
|---|-------------|
| % | Percentagem |
|---|-------------|

Lista de Símbolos

| | |
|----------|---------------------------------------|
| r_s | Coeficiente de correlação de Spearman |
| χ^2 | Qui-quadrado |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 - OS SETE PRINCÍPIOS LEAN THINKING [ADAPTADO DE (PINTO, 2013)]..... | 10 |
| FIGURA 2 - OS 5S E A SEGURANÇA | 11 |
| FIGURA 3 - EXEMPLO DE UM VSM DA REALIZAÇÃO DE UM AVIÃO DE PAPEL..... | 12 |
| FIGURA 4 - EXEMPLO DE NIVELAMENTO DA PRODUÇÃO PARA OS PRODUTOS A, B, C E D [ADAPTADO DE (KORYTKOWSKI ET AL., 2013)] | 16 |
| FIGURA 5 - MODELO DE PRODUÇÃO <i>LEAN</i> [ADAPTADO DE (SÁNCHEZ & PÉREZ, 2001)] | 26 |
| FIGURA 6 - ÁRVORE DO QUESTIONÁRIO | 35 |
| FIGURA 7 - SECÇÃO INICIAL DO QUESTIONÁRIO | 36 |
| FIGURA 8 - SECÇÃO DE “CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO” DO QUESTIONÁRIO | 37 |
| FIGURA 9 - QUESTÃO CINCO DO QUESTIONÁRIO | 38 |
| FIGURA 10 - SECÇÃO DO QUESTIONÁRIO SURGIDA NO SEGUIMENTO DE RESPOSTA POSITIVA À QUESTÃO CINCO | 39 |
| FIGURA 11 - SECÇÃO DO QUESTIONÁRIO SURGIDA NO SEGUIMENTO DE RESPOSTA NEGATIVA À QUESTÃO CINCO | 40 |
| FIGURA 12 – QUESTÃO SETE DO QUESTIONÁRIO, RELATIVA À ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIO | 41 |
| FIGURA 13 - QUESTÃO OITO DO QUESTIONÁRIO, RELATIVA À MELHORIA CONTÍNUA | 41 |
| FIGURA 14 - QUESTÃO NOVE DO QUESTIONÁRIO, RELATIVA AO CONTROLO DE QUALIDADE | 42 |
| FIGURA 15 - QUESTÃO DEZ DO QUESTIONÁRIO, RELATIVA AO <i>JUST IN TIME</i> | 42 |
| FIGURA 16 - QUESTÃO ONZE DO QUESTIONÁRIO, RELATIVA AO SISTEMA DE PRODUÇÃO <i>PULL</i> | 43 |
| FIGURA 17 - QUESTÃO DOZE DO QUESTIONÁRIO, RELATIVA AO TRABALHO EM EQUIPA | 43 |
| FIGURA 18 - QUESTÃO TREZE DO QUESTIONÁRIO, RELATIVA À DESCENTRALIZAÇÃO DE RESPONSABILIDADES | 44 |
| FIGURA 19 - QUESTÃO CATORZE DO QUESTIONÁRIO, RELATIVA À INTERLIGAÇÃO COM OS FORNECEDORES | 45 |
| FIGURA 20 - QUESTÃO QUINZE DO QUESTIONÁRIO, RELATIVA AO SISTEMA DE INFORMAÇÃO..... | 45 |
| FIGURA 21 - QUESTÃO DEZASSEIS DO QUESTIONÁRIO, RELATIVA AOS BENEFÍCIOS DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO <i>LEAN</i> | 46 |
| FIGURA 22 - SECÇÃO DE “ <i>LEAN PRODUCT DEVELOPMENT</i> ” DO QUESTIONÁRIO | 47 |
| FIGURA 23 - SECÇÃO FINAL DO QUESTIONÁRIO | 48 |
| FIGURA 24 - ORIGEM DO CAPITAL E LOCALIZAÇÃO DA SEDE DAS ORGANIZAÇÕES..... | 52 |
| FIGURA 25 - DISTRIBUIÇÃO DAS ORGANIZAÇÕES PARTICIPANTES PELO CÓDIGO CAE..... | 53 |
| FIGURA 26 - NÚMERO DE COLABORADORES DAS ORGANIZAÇÕES | 54 |
| FIGURA 27 - UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS/FERRAMENTAS <i>LEAN</i> NAS ORGANIZAÇÕES..... | 54 |
| FIGURA 28 - FERRAMENTAS/METODOLOGIAS <i>LEAN</i> MAIS UTILIZADAS PELAS ORGANIZAÇÕES | 56 |
| FIGURA 29 - ESTADO DE MATURAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO <i>LEAN</i> NAS ORGANIZAÇÕES | 57 |
| FIGURA 30 - GRAU DE SUCESSO DA IMPLEMENTAÇÃO <i>LEAN</i> , RELATIVO À ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIO | 58 |
| FIGURA 31 - GRAU DE SUCESSO DA IMPLEMENTAÇÃO <i>LEAN</i> , RELATIVO À MELHORIA CONTÍNUA | 59 |
| FIGURA 32 - GRAU DE SUCESSO DA IMPLEMENTAÇÃO <i>LEAN</i> , RELATIVO AO CONTROLO DE QUALIDADE | 60 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 33 - GRAU DE SUCESSO DA IMPLEMENTAÇÃO <i>LEAN</i> , RELATIVO AO <i>JUST IN TIME</i> | 61 |
| FIGURA 34 - GRAU DE SUCESSO DA IMPLEMENTAÇÃO <i>LEAN</i> , RELATIVO AO SISTEMA DE PRODUÇÃO <i>PULL</i> | 63 |
| FIGURA 35 - GRAU DE SUCESSO DA IMPLEMENTAÇÃO <i>LEAN</i> , RELATIVO ÀS EQUIPAS DE TRABALHO | 64 |
| FIGURA 36 - GRAU DE SUCESSO DA IMPLEMENTAÇÃO <i>LEAN</i> , RELATIVO À DESCENTRALIZAÇÃO DE RESPONSABILIDADES | 65 |
| FIGURA 37 - GRAU DE SUCESSO DA IMPLEMENTAÇÃO <i>LEAN</i> , RELATIVO À INTERLIGAÇÃO COM OS FORNECEDORES | 66 |
| FIGURA 38 - GRAU DE SUCESSO DA IMPLEMENTAÇÃO <i>LEAN</i> , RELATIVO AO SISTEMA DE INFORMAÇÃO | 68 |
| FIGURA 39 - GRAU DE RELEVÂNCIA DOS BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO <i>LEAN</i> | 69 |
| FIGURA 40 - ORGANIZAÇÕES DETENTORAS DE COLABORADORES A EXERCER FUNÇÕES DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO | 71 |
| FIGURA 41 - ORGANIZAÇÕES DETENTORAS DE DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO | 72 |
| FIGURA 42 - IMPORTÂNCIA ATRIBUÍDA PELAS ORGANIZAÇÕES À APLICAÇÃO DO PENSAMENTO <i>LEAN</i> NO ÂMBITO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO | 72 |
| FIGURA 43 - RESULTADO DO ALFA DE CRONBACH APRESENTADO PELO <i>SOFTWARE</i> | 73 |
| FIGURA 44 - RESULTADOS DOS TESTES DE KMO E DE ESFERICIDADE DE BARTLETT, APRESENTADOS PELO <i>SOFTWARE</i> | 74 |
| FIGURA 45 - RESULTADOS DA ANÁLISE FATORIAL, APRESENTADOS PELO <i>SOFTWARE</i> | 75 |
| FIGURA 46 - GRÁFICO DE DECLIVE DOS VALORES PRÓPRIOS POR COMPONENTE | 76 |
| FIGURA 47 - MATRIZ DAS TRÊS COMPONENTES PRINCIPAIS | 76 |
| FIGURA 48 - MATRIZ DAS TRÊS COMPONENTES PRINCIPAIS RODADAS | 77 |
| FIGURA 49 - GRÁFICO DAS COMPONENTES EM ESPAÇO RODADO | 77 |
| FIGURA 50 - DENDOGRAMA | 79 |
| FIGURA 51 - RESULTADO DO COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO DE SPEARMAN, ENTRE AS VARIÁVEIS NÚMERO DE COLABORADORES E ESTADO DE MATURAÇÃO <i>LEAN</i> | 81 |
| FIGURA 52 - FREQUÊNCIA ABSOLUTA DOS VALORES OBSERVADOS, ENTRE AS VARIÁVEIS NÚMERO DE COLABORADORES E <i>LEAN PRODUCT DEVELOPMENT</i> | 82 |
| FIGURA 53 - RESULTADO DO TESTE DE INDEPENDÊNCIA DO QUI-QUADRADO, ENTRE AS VARIÁVEIS NÚMERO DE COLABORADORES E <i>LEAN PRODUCT DEVELOPMENT</i> | 83 |
| FIGURA 54 - FREQUÊNCIA ABSOLUTA DOS VALORES OBSERVADOS, ENTRE AS VARIÁVEIS <i>LEAN PRODUCT DEVELOPMENT</i> E ESTADO DE MATURAÇÃO <i>LEAN</i> | 84 |
| FIGURA 55 - RESULTADO DO TESTE DE INDEPENDÊNCIA DO QUI-QUADRADO, ENTRE AS VARIÁVEIS <i>LEAN PRODUCT DEVELOPMENT</i> E ESTADO DE MATURAÇÃO <i>LEAN</i> | 84 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1 - ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO DE <i>LEAN</i> E RESPECTIVOS PRINCÍPIOS SUBJACENTES [ADAPTADO DE (MRUGALSKA & WYRWICKA, 2017)] | 3 |
| TABELA 2 - ELEMENTOS DO MODELO PARA AVALIAR MUDANÇAS COM VISTA A UMA PRODUÇÃO <i>LEAN</i> [ADAPTADO DE (KARLSSON & ÅHLSTRÖM, 1996)] | 19 |
| TABELA 3 - ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIO [ADAPTADO DE (KARLSSON & ÅHLSTRÖM, 1996)] | 20 |
| TABELA 4 - MELHORIA CONTÍNUA [ADAPTADO DE (KARLSSON & ÅHLSTRÖM, 1996)] | 20 |
| TABELA 5 - PRODUÇÃO COM ZERO DEFEITOS [ADAPTADO DE (KARLSSON & ÅHLSTRÖM, 1996)] | 21 |
| TABELA 6 - PRODUÇÃO <i>JUST IN TIME</i> [ADAPTADO DE (KARLSSON & ÅHLSTRÖM, 1996)] | 22 |
| TABELA 7 - PRODUÇÃO <i>PULL</i> [ADAPTADO DE (KARLSSON & ÅHLSTRÖM, 1996)] | 22 |
| TABELA 8 - EQUIPAS MULTIDISCIPLINARES [ADAPTADO DE (KARLSSON & ÅHLSTRÖM, 1996)] | 23 |
| TABELA 9 - DESCENTRALIZAÇÃO DE RESPONSABILIDADES [ADAPTADO DE (KARLSSON & ÅHLSTRÖM, 1996)] | 24 |
| TABELA 10 - FUNÇÕES INTEGRADAS [ADAPTADO DE (KARLSSON & ÅHLSTRÖM, 1996)] | 24 |
| TABELA 11 - SISTEMAS DE INFORMAÇÃO VERTICAL [ADAPTADO DE (KARLSSON & ÅHLSTRÖM, 1996)] .. | 25 |
| TABELA 12 - ELEMENTOS DO MODELO DE SÁNCHEZ E PÉREZ, COM VISTA A AVALIAR MUDANÇAS CONDUCENTES A UMA PRODUÇÃO <i>LEAN</i> | 26 |
| TABELA 13 - ELIMINAÇÃO DE ATIVIDADES QUE NÃO GERAM VALOR [ADAPTADO DE (SÁNCHEZ & PÉREZ, 2001)] | 27 |
| TABELA 14 - MELHORIA CONTÍNUA [ADAPTADO DE (SÁNCHEZ & PÉREZ, 2001)] | 27 |
| TABELA 15 - EQUIPAS MULTIDISCIPLINARES [ADAPTADO DE (SÁNCHEZ & PÉREZ, 2001)] | 28 |
| TABELA 16 - PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO <i>JUST IN TIME</i> [ADAPTADO DE (SÁNCHEZ & PÉREZ, 2001)] | 28 |
| TABELA 17 - INTERLIGAÇÃO COM OS FORNECEDORES [ADAPTADO DE (SÁNCHEZ & PÉREZ, 2001)] | 29 |
| TABELA 18 - FLEXIBILIDADE DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO [ADAPTADO DE (SÁNCHEZ & PÉREZ, 2001)] .. | 29 |
| TABELA 19 - MODELO DE AVALIAÇÃO DA MATURIDADE DO PROCESSO DE <i>LEAN PRODUCT DEVELOPMENT</i> [ADAPTADO DE (WELO & RINGEN, 2016)] | 31 |
| TABELA 20 - RAZÕES PARA A NÃO IMPLEMENTAÇÃO <i>LEAN</i> | 55 |
| TABELA 21 - FERRAMENTAS <i>LEAN</i> UTILIZADAS PELAS ORGANIZAÇÕES | 55 |
| TABELA 22 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESPOSTAS EM ESCALA ORDINAL QUANTITATIVA, RELATIVA À ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIO | 58 |
| TABELA 23 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESPOSTAS EM ESCALA ORDINAL QUANTITATIVA, RELATIVA À MELHORIA CONTÍNUA | 60 |
| TABELA 24 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESPOSTAS EM ESCALA ORDINAL QUANTITATIVA, RELATIVA AO CONTROLO DE QUALIDADE | 61 |
| TABELA 25 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESPOSTAS EM ESCALA ORDINAL QUANTITATIVA, RELATIVA AO <i>JUST IN TIME</i> | 62 |
| TABELA 26 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESPOSTAS EM ESCALA ORDINAL QUANTITATIVA, RELATIVA AO SISTEMA DE PRODUÇÃO <i>PULL</i> | 63 |
| TABELA 27 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESPOSTAS EM ESCALA ORDINAL QUANTITATIVA, RELATIVA ÀS EQUIPAS DE TRABALHO | 64 |

| | |
|--|----|
| TABELA 28 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESPOSTAS EM ESCALA ORDINAL QUANTITATIVA, RELATIVA À DESCENTRALIZAÇÃO DE RESPONSABILIDADES | 66 |
| TABELA 29 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESPOSTAS EM ESCALA ORDINAL QUANTITATIVA, RELATIVA À INTERLIGAÇÃO COM OS FORNECEDORES..... | 67 |
| TABELA 30 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESPOSTAS EM ESCALA ORDINAL QUANTITATIVA, RELATIVA AO SISTEMA DE INFORMAÇÃO | 68 |
| TABELA 31 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESPOSTAS EM ESCALA ORDINAL QUANTITATIVA, RELATIVA AOS BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE PRODUÇÃO LEAN | 69 |
| TABELA 32 - ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS RESPOSTAS EM ESCALA ORDINAL QUANTITATIVA, RELATIVA A CADA UM DOS PRINCÍPIOS <i>LEAN MANUFACTURING</i> | 70 |
| TABELA 33 - CRITÉRIO DE CONSISTÊNCIA INTERNA PARA O ALFA DE CRONBACH [ADAPTADO DE (GEORGE & MALLERY, 2003)] | 74 |
| TABELA 34 - CRITÉRIO DE VALIDAÇÃO DO TESTE DE KMO (PEREIRA, 2008) | 75 |

ÍNDICE

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 3 |
| 1.1 | ENQUADRAMENTO | 3 |
| 1.2 | OBJETIVO DA DISSERTAÇÃO | 3 |
| 1.3 | METODOLOGIA..... | 3 |
| 1.4 | ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO..... | 4 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 7 |
| 2.1 | LEAN THINKING | 7 |
| 2.1.1 | SIGNIFICADO DE VALOR | 7 |
| 2.1.2 | SIGNIFICADO DE DESPERDÍCIO | 7 |
| 2.1.3 | OS PRINCÍPIOS LEAN THINKING | 9 |
| 2.2 | FERRAMENTAS LEAN | 10 |
| 2.2.1 | 5S | 11 |
| 2.2.2 | VALUE STREAM MAPPING | 12 |
| 2.2.3 | GESTÃO VISUAL | 12 |
| 2.2.4 | TRABALHO NORMALIZADO | 13 |
| 2.2.5 | ANÁLISE MODAL DE FALHAS E SEUS EFEITOS | 13 |
| 2.2.6 | SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE | 14 |
| 2.2.7 | HEIJUNKA | 15 |
| 2.2.8 | JIDOKA | 16 |
| 2.3 | MÉTRICAS LEAN..... | 16 |
| 2.3.1 | OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY | 16 |
| 2.3.2 | CYCLE TIME E TAKT TIME | 17 |
| 2.3.3 | ROTAÇÃO DE STOCKS | 18 |
| 2.3.4 | FIRST TIME THROUGH | 18 |
| 2.4 | AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO NO LEAN MANUFACTURING | 18 |
| 2.4.1 | MODELO DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO PROPOSTO POR KARLSSON E ÅHLSTRÖM | 19 |
| 2.4.2 | MODELO DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO PROPOSTO POR SÁNCHEZ E PÉREZ | 25 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 2.5 | LEAN PRODUCT DEVELOPMENT..... | 30 |
| 2.5.1 | MODELO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE WELO E RINGEN | 30 |
| 3 | CONSTRUÇÃO DO QUESTIONÁRIO | 35 |
| 3.1 | ESTRUTURA E ÁRVORE DO QUESTIONÁRIO | 35 |
| 3.2 | CONTEÚDO DO QUESTIONÁRIO | 36 |
| 3.2.1 | CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO | 36 |
| 3.2.2 | LEAN NA ORGANIZAÇÃO | 37 |
| 3.2.3 | LEAN MANUFACTURING | 40 |
| 3.2.4 | LEAN PRODUCT DEVELOPMENT | 46 |
| 3.2.5 | SECÇÃO FINAL DO QUESTIONÁRIO | 47 |
| 4 | ANÁLISE DE RESULTADOS | 51 |
| 4.1 | ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA..... | 51 |
| 4.1.1 | CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO | 51 |
| 4.1.2 | LEAN NA ORGANIZAÇÃO | 54 |
| 4.1.3 | LEAN MANUFACTURING | 57 |
| 4.1.4 | LEAN PRODUCT DEVELOPMENT | 71 |
| 4.2 | ANÁLISE ESTATÍSTICA EXPLORATÓRIA..... | 73 |
| 4.2.1 | ANÁLISE ALFA DE CRONBACH | 73 |
| 4.2.2 | ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS | 74 |
| 4.2.3 | ANÁLISE DE CLUSTERS | 78 |
| 4.2.4 | TESTES DE ASSOCIAÇÃO | 79 |
| 5 | CONCLUSÕES | 87 |
| 5.1 | CONSIDERAÇÕES GERAIS COM BASE NA ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA | 87 |
| 5.2 | CONSIDERAÇÕES GERAIS COM BASE NA ANÁLISE ESTATÍSTICA EXPLORATÓRIA..... | 89 |
| 5.3 | LIMITAÇÕES DEPARADAS AO LONGO DA DISSERTAÇÃO..... | 89 |
| 5.4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 90 |
| 5.5 | DESENVOLVIMENTOS FUTUROS | 90 |
| 6 | BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO | 93 |
| 7 | ANEXOS | 99 |
| 7.1 | EMAIL ENVIADO AOS INQUIRIDOS | 99 |

INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

1.2 OBJETIVO DA DISSERTAÇÃO

1.3 METODOLOGIA

1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO

O pensamento *lean* consiste numa filosofia de gestão orientada à maximização do valor gerado através da redução de desperdícios, tendo por base uma visão de melhoria continuada (Pinto, 2013).

A implementação de práticas *lean* no seio de uma organização torna-se fator imprescindível na competitividade da mesma no seu setor de atuação, tendo em consideração o funcionamento do mercado globalizado. Assim sendo, diversos autores afirmam que a implementação *lean* deve seguir etapas que reflitam os princípios subjacentes ao conceito *lean* (Mrugalska & Wyrwicka, 2017), apresentando-se uma hipótese na Tabela 1.

Tabela 1 - Etapas de implementação de *Lean* e respetivos princípios subjacentes [adaptado de (Mrugalska & Wyrwicka, 2017)]

| ETAPAS | PRINCÍPIO <i>LEAN</i> SUBJACENTE |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| Estabelecer visão estratégica | Inovação |
| Identificar e definir equipas | <i>Stakeholders</i> |
| Identificar produtos | Valor |
| Identificar processos | Cadeia de valor |
| Reavaliar <i>layout</i> de produção | Fluxo |
| Selecionar a estratégia <i>pull</i> | <i>Pull</i> |
| Melhoria contínua | Perfeição |

1.2 OBJETIVO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação pretende desenvolver um estudo acerca dos níveis de penetração dos conceitos *lean* na estrutura industrial portuguesa e o seu nível de implementação.

1.3 METODOLOGIA

Dado tratar-se de um trabalho orientado para o estudo de uma realidade comportamental das organizações no ambiente empresarial, e em que se pretendia familiarizar-se e/ou conhecer melhor um fenómeno ou realidade, o método de pesquisa escolhido foi a pesquisa exploratória. Tradicionalmente, a pesquisa exploratória é realizada sobre um problema ou questão de investigação com pouco ou nenhum estudo anterior a seu respeito. O objetivo desse tipo de estudo é procurar padrões, ideias ou hipóteses.

Deste modo, foi desenhado um percurso de investigação que incluiu os seguintes passos em sequência:

- ✓ Foi realizado um estudo bibliográfico da literatura ligada à questão de investigação.
- ✓ Procedeu-se à recolha de informações e contributos através de consulta de especialistas com vista à identificação dos elementos relevantes a incluir na pesquisa.
- ✓ Desenhou-se um questionário endereçado às organizações com o propósito de avaliar os diferentes níveis de penetração do *Lean* nas organizações.
- ✓ Procedeu-se à validação e correção das questões do questionário através de nova consulta a especialista do tema.
- ✓ Enviou-se o questionário a elementos chave das organizações em estudo e recolheu-se as respetivas respostas.
- ✓ Avaliou-se as respostas obtidas e retiraram-se ilações que permitiram a caracterização da evolução dos sistemas e práticas *lean* no quadro da indústria portuguesa.

1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

No primeiro capítulo desta dissertação é realizada uma introdução, explicitando-se o tema a tratar e fazendo-se o enquadramento no âmbito da temática na indústria portuguesa. Ainda no primeiro capítulo, é apresentada e justificada a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo é efetuada a revisão bibliográfica das áreas envolvidas à temática em estudo. O capítulo é subdividido em cinco subcapítulos, nomeadamente: *lean thinking*, *soluções lean*, *métricas lean*, *lean manufacturing* e *lean product development*.

No terceiro capítulo inicia-se o desenvolvimento do estudo da implementação das práticas *lean* na indústria portuguesa. Para isso, recorrer-se-á à realização de um questionário, pretendendo-se obter respostas por parte das organizações industriais a operar em território nacional.

O quarto capítulo diz respeito ao tratamento estatístico dos dados obtidos a partir dos questionários, do ponto de vista descritivo e recorrendo a testes exploratórios.

No quinto capítulo são desenvolvidas as conclusões a retirar do estudo efetuado, culminando com a apresentação de hipóteses para trabalhos futuros no seguimento desta dissertação.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LEAN THINKING

2.2 SOLUÇÕES LEAN

2.3 MÉTRICAS LEAN

2.4 LEAN MANUFACTURING

2.5 LEAN PRODUCT DEVELOPMENT

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LEAN THINKING

A designação *Lean Thinking* foi introduzida, pela primeira vez, por James Womack e Daniel Jones, na obra denominada “*Lean Thinking: Banish Waste And Create Wealth In Your Corporation*”. Nesta publicação, o pensamento *lean* é visto como sendo indissociável da palavra desperdício, correspondendo esta última definição qualquer atividade humana que consome recursos sem gerar um acréscimo de valor (Womack & Jones, 2013).

2.1.1 SIGNIFICADO DE VALOR

O valor é percebido pelo cliente como uma atividade, processo ou operação que culmine na entrega de um produto ou serviço com base nas especificações do próprio (Mostafa & Dumrak, 2015). O valor para o cliente pode ser quantificado por uma relação que tem por base as quatro seguintes métricas: qualidade, nível de serviço, tempo de entrega e custo do produto ou serviço (Naylor, Naim, & Berry, 1999). Os parâmetros qualidade e nível de serviço deverão ser o mais elevados possível, ao invés dos custos e do prazo de entrega ao cliente, os quais deverão ser o menor possível. Quanto melhor for esta relação, mais elevado será o valor gerado.

As organizações criam valor para todas as pessoas que, direta ou indiretamente, beneficiam do usufruto criado por um produto ou serviço. Assim sendo, não são apenas os clientes que beneficiam do valor gerado pelas organizações. Além destes, também os recursos humanos das organizações, os acionistas e a sociedade em geral (no qual se inclui o Estado) saem favorecidos com o valor criado. Em suma, todos estes intervenientes são denominados como partes interessadas (ou *stakeholders*) no valor gerado pelas organizações (Pinto, 2013).

2.1.2 SIGNIFICADO DE DESPERDÍCIO

O desperdício diz respeito às atividades que se realizam e que não acrescentam valor a um produto ou serviço (Pinto, 2013). Essas atividades adicionam custo e tempo despendido num processo, sem que se verifique um acréscimo de valor na ótica do cliente (Mostafa & Dumrak, 2015).

Nos processos produtivos, tipicamente podem existir três tipos de atividades: as que acrescentam valor, as que não acrescentam valor, e as que não acrescentam valor mas que são necessárias realizar para o processo. Destas três, as que não acrescentam valor e não são necessárias ao processo devem ser eliminadas (Mostafa & Dumrak, 2015).

Os desperdícios podem ser classificados em nove tipos, dos quais os sete primeiros são os evidenciados pelo Sistema de Produção da Toyota (*Toyota Production System* –

TPS). Assim sendo, os desperdícios enunciados no TPS são (Arunagiri & Gnanavelbabu, 2014; Pinto, 2013):

- ✓ Produção em excesso – consiste na produção em quantidade superior àquela que o processo seguinte tem capacidade de dar resposta. As consequências deste tipo de desperdício poder-se-ão revelar ao nível da ocupação desnecessária de recursos, aumento de *stocks*, consumo de materiais e de energia sem que isso represente retorno financeiro e/ou ausência de flexibilidade no planeamento.
- ✓ Tempo de espera – corresponde a tempo desperdiçado por atrasos nos processos antecedentes ou falhas num equipamento ou num sistema. As causas para este tipo de desperdício poderão advir de: fluxo obstruído por via de uma avaria, defeito de qualidade ou acidente; problemas de layout, os quais poderão resultar em transportes excessivos, erros ou acidentes; atrasos em entregas por parte de fornecedores, sejam eles internos ou externos; ou capacidade não balanceada ou sincronizada com a procura.
- ✓ Transporte – consiste em qualquer movimentação ou transferência para ou a partir de um local. Os transportes não podem ser eliminados na totalidade, mas sim reduzida a sua necessidade ao mínimo indispensável. A redução ou eliminação de fluxos de transporte pode passar: pela utilização de células de fabrico; por uma produção fluída e puxada (*pull*); por operadores e equipamento flexíveis; e por uma flexibilidade operacional.
- ✓ Desperdício do processo – corresponde a operações e a processos que não são necessários, resultando em incremento de defeitos ou défice de uniformização de tarefas. A minimização deste tipo de desperdício pode advir de automatização de determinados processos, de formação a colaboradores e pela substituição por processos mais eficientes.
- ✓ Excesso de inventário - consiste em armazenamento de produtos em excesso sem ordens no local de armazenamento e com excesso de WIP. As causas mais comuns podem advir de: layout de equipamentos mal implementado; elevados tempos de mudança de ferramentas; ou existência de gargalos ou estrangulamentos nos processos.
- ✓ Defeitos – correspondem a desperdício resultante de falha de qualidade na produção. Aos defeitos estão associados os custos de inspeção, da resolução das queixas realizadas pelos clientes e os da reparação (*rework*). Os defeitos podem ser minimizados recorrendo à: implementação de operações padrão, através da uniformização de operações, materiais e processos; colocação de dispositivos de deteção de erros; minimização da movimentação de materiais;

implementação de ferramentas de controlo de qualidade, como sendo o controlo estatístico do processo.

- ✓ Movimento desnecessário – consiste em movimentação que não é necessária à execução de uma tarefa, podendo decorrer de desmotivação ou insuficiente formação das pessoas, ou de um incorreto *layout* de trabalho. Este tipo de desperdício pode ser eliminado recorrendo à uniformização das operações e à aposta na formação dos recursos humanos.

Além destes sete tipos de desperdício enunciados pelo TPS, podem também ser enunciados mais dois tipos de muda.

O oitavo tipo pode ser associado ao desperdício do potencial humano existente no seio da organização (Mostafa & Dumrak, 2015). As organizações *lean* promovem a intervenção construtiva e a criatividade das pessoas, não se cingindo apenas aos afetos a cargos de gestão, mas sim a todos os colaboradores que pretendam contribuir para a melhoria contínua (Pinto, 2013).

O nono tipo diz respeito ao desperdício ambiental, o qual inclui todas as atividades que possam causar danos à saúde humana e/ou ambiental, como sendo a libertação de partículas em excesso para o ar, água ou solo (Mostafa & Dumrak, 2015).

2.1.3 OS PRINCÍPIOS *LEAN THINKING*

James Womack e Daniel Jones identificaram, em 1996, os cinco princípios da filosofia *lean*, sendo eles (Womack & Jones, 2013):

- ✓ Especificar Valor – Uma organização necessita de se concentrar nas necessidades do cliente e a produção tem de se focar no seu produto, visto o cliente não possuir elevado grau de preocupação com a forma como esse produto é desenvolvida e quantas pessoas estão envolvidas na sua produção.
- ✓ Definir a Corrente de Valor - Sequência de etapas a desempenhar numa sequência adequada para produzir e fornecer um bem ou serviço que satisfaça as necessidades e expectativas do cliente.
- ✓ Fluxo contínuo - A melhor forma de obter um fluxo contínuo é eliminando todo o desperdício entre as atividades. Desta forma irá ser obtido um processo contínuo das atividades que criam valor, permitindo eliminar os tempos de espera e os stocks entre as etapas do processo.
- ✓ Sistema Pull – O sistema *pull* é liderado pelo cliente, ou seja, a organização apenas produz quando recebe a encomenda devendo, em seguida, criar os melhores métodos para responder de forma eficaz e eficiente a esse mesmo pedido.

- ✓ Procura da perfeição - Este é um conceito chave para a filosofia *lean*. Para atingir a perfeição tem de se considerar o que está e como está a ser feito, e aproveitar a experiência e conhecimento de todos os envolvidos nos processos para melhorar e mudar constantemente.

Volvidos alguns anos, e tendo em consideração o aprofundar do conhecimento neste domínio, os princípios foram sofrendo alterações, tendo sido adicionados dois novos princípios (Figura 1). Estes novos princípios dizem respeito ao conhecimento das várias partes interessadas e à necessidade de inovação continuada no tempo (Pinto, 2013).

Antes de se definirem os valores, é necessário conhecer os *stakeholders* do negócio. Esta necessidade advém de uma organização não poder apenas criar valor para os clientes, negligenciando as necessidades e expectativas dos colaboradores, dos acionistas ou da sociedade.

Como sétimo princípio considera-se a necessidade de inovação permanente, tendo por objetivo o desenvolvimento dos produtos existentes, criando novos, promovendo novos serviços ou implementando novos processos.

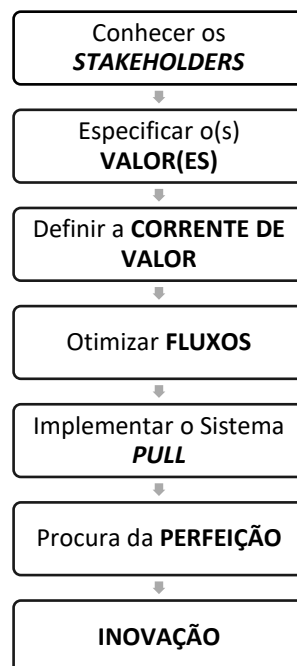


Figura 1 - Os sete princípios Lean Thinking [adaptado de (Pinto, 2013)]

2.2 FERRAMENTAS LEAN

Neste tópico são apresentadas algumas das ferramentas ou soluções *lean* passíveis de serem implementadas numa organização, tendo sido escolhidas as consideradas como sendo mais abrangentes no espectro empresarial português.

2.2.1 5S

Os 5S correspondem a uma solução *lean* constituída por um conjunto de práticas com vista à redução de desperdício e melhoria de desempenho dos processos e da eficiência do trabalho por parte dos recursos humanos afetos a uma atividade. Esta metodologia é dividida em cinco etapas, a saber (Jiménez, Romero, Domínguez, & del Mar Espinosa, 2015):

- ✓ *Seiri* (organização, em português) – consiste em remover todas as ferramentas e materiais desnecessários a uma atividade ou processo, mantendo apenas os itens essenciais.
- ✓ *Seiton* (arrumação, em português) – compreende a definição de um local para cada elemento interveniente numa atividade (operador, equipamento, peças, instruções de trabalho, entre outros), por forma a minimizar ineficiências na execução das tarefas, centrando-se assim nas tarefas que acrescentam valor.
- ✓ *Seiso* (limpeza, em português) – consiste na limpeza do posto de trabalho e a divisão dos elementos em zona no mesmo posto, por forma a mantê-lo sempre limpo para a próxima tarefa.
- ✓ *Seiketsu* (normalização, em português) – assegurar procedimentos e configurações ao longo do processo, promovendo a permutabilidade. Distinção entre situações normais e anormais através de regras visuais e simples.
- ✓ *Shitsuke* (sustentação e disciplina, em português) – assegurar a adesão disciplina de todos às regras e procedimentos aplicados nas etapas antecedentes.

Atualmente, um sexto 'S' tem sido associado a esta metodologia. Trata-se do 'S' de segurança (do inglês, *safety*), o qual, conforme ilustrado pela Figura 2, não pode ser dissociado dos cinco acima explanados em qualquer atividade realizada (Pinto, 2013).

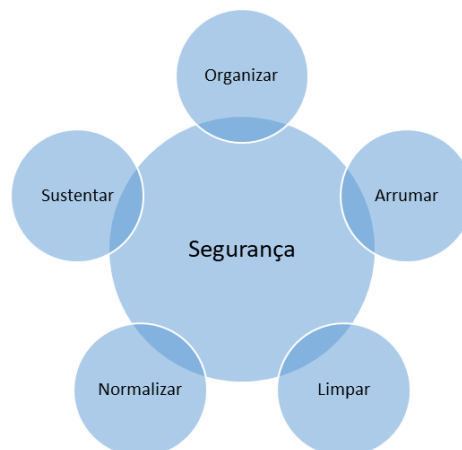


Figura 2 - Os 5S e a segurança

2.2.2 VALUE STREAM MAPPING

O *Value Stream Mapping* (VSM) foi, pela primeira vez, apresentada por Mike Rother e John Shook, no seu livro *“Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda”*. Trata-se de uma solução que permite visualizar o percurso de um produto ou serviço ao longo de toda a cadeia de valor (Figura 3). Entende-se por cadeia de valor a sequência de etapas a desempenhar numa sequência adequada para produzir e fornecer um bem ou serviço que satisfaça as suas necessidades e expectativas (Rother & Shook, 2003).

O processo de um VSM inclui o mapeamento físico do estado atual do processo e o foco na construção do estado futuro pretendido. O mapeamento de um processo toma em consideração dois fluxos: o de materiais e o de informações. Estes dois estão diretamente ligados ao processo e são fundamentais para o entendimento do posicionamento global do mesmo (Kumar, 2014). Por outro lado, a ferramenta está muito centrada igualmente na perspetiva de redução do *lead time* de um processo, sendo um indicador relevante para quantificar o tempo que um produto ou serviço leva desde o início ao término do mesmo, permitindo avaliar as eventuais ineficiências em qualquer ponto do processo (Pinto, 2013).

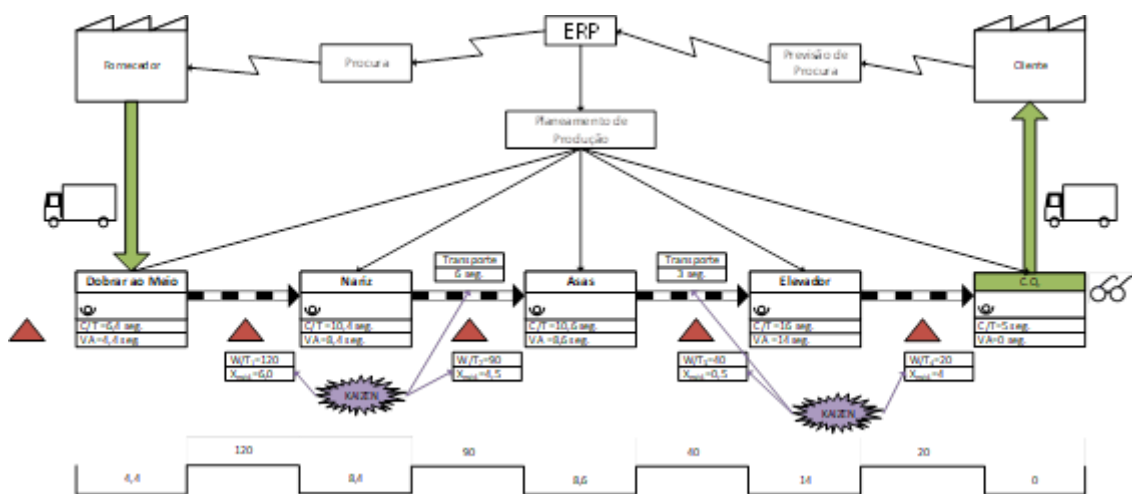


Figura 3 - Exemplo de um VSM da realização de um avião de papel

2.2.3 GESTÃO VISUAL

A Gestão Visual é uma ferramenta com vista ao incremento de eficiência e eficácia das operações. O objetivo da utilização desta solução passa pela utilização de sinais visuais, devendo estes ser simples, lógicos e intuitivos para o colaborador, tornando os processos simplificados e desprovidos de formalismos (Pinto, 2013).

Os benefícios da utilização da gestão visual permitem (Eaidgah, Maki, Kurczewski, & Abdekhodae, 2016):

- ✓ Simplificar o fluxo de informação.
- ✓ Fornecer informação no local de execução das operações.
- ✓ Incrementar a autonomia dos recursos humanos afetos a uma operação.
- ✓ Feedback contínuo.
- ✓ Aumento da transparência.
- ✓ Incutir disciplina aos intervenientes nos processos.
- ✓ Promover a gestão baseada em factos.
- ✓ Promover a melhoria contínua.

2.2.4 TRABALHO NORMALIZADO

O trabalho normalizado ou padronizado (*standard work*) corresponde a uma ferramenta que pretende, num processo, que todos os intervenientes executem da mesma maneira, seguindo a mesma sequência, realizando as mesmas operações, e utilizando as mesmas ferramentas (Pinto, 2013).

O trabalho normalizado é constituído por três elementos basilares, a saber (Bragança & Costa, 2015):

- ✓ Tempo de ciclo, definido como sendo o tempo de execução de uma etapa.
- ✓ Sequência das ações, definida como a ordem pela qual são executadas as operações de uma determinada tarefa.
- ✓ Nível *Work in Progress* (WIP), considerado como sendo a quantidade máxima de stock a fluir ao longo do processo, quando o decorra sem variabilidade.

2.2.5 ANÁLISE MODAL DE FALHAS E SEUS EFEITOS

A Análise Modal de Falhas e seus Efeitos (vulgarmente designada por FMEA, do inglês *Failure Mode and Effects Analysis*) é uma ferramenta que congrega um conjunto sistemático e estruturado de atividades inerentes ao processo de gestão do risco (Baynal, Sari, & Akpınar, 2018). Esta ferramenta é geralmente apresentada em formato matricial, permitindo (Pinto, 2013):

- ✓ Reconhecer, analisar e avaliar potenciais fatores de risco, incluindo os eventos que despoletam o risco, as potenciais consequências decorrentes e as eventuais causas desses riscos.
- ✓ Desenvolver medidas de prevenção, mitigação e recuperação, por forma a minimizar a magnitude dos riscos identificados.

A metodologia FMEA pode ser realizada com vista a responder a um determinado propósito, podendo ser um FMEA de (Pinto, 2013):

- ✓ Sistema (SFMEA), focando-se no modo como as interações e as interfaces entre os diferentes elementos podem falhar.
- ✓ Projeto (DFMEA), focando-se no modo como as funcionalidades do produto podem falhar, colocando em causa o cumprimento dos requisitos funcionais.

- ✓ Processo (PFMEA), focando-se no modo como as operações ou etapas do processo podem falhar em gerar um produto que cumpra as especificações aplicáveis.
- ✓ Equipamento (MFMEA), focando-se no modo como os equipamentos usados nos processos podem falhar em cumprir os requisitos aplicáveis.

A Análise do Risco é quantificada através do Número de Priorização do Risco (NPR ou RPN, do inglês *Risk Priority Number*). O NPR é baseado na multiplicação de três índices, a saber (Baynal et al., 2018; Bhuvanesh Kumar & Parameshwaran, 2018):

- ✓ Severidade (S), correspondendo ao nível de gravidade expectável, resultante do efeito do modo de falha potencial.
- ✓ Probabilidade de Ocorrência (O), correspondendo à probabilidade de que um determinado modo de falha potencial, face aos controlos atuais ou previstos, venha a ocorrer.
- ✓ Probabilidade de Não Detecção (D), correspondendo à capacidade de, com os controlos atuais ou previstos, se conseguir detetar atempadamente a causa do modo de falha potencial.

2.2.6 SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE

A metodologia *Single Minute Exchange of Die* (SMED) foi desenvolvida por Shigeo Shingo e consiste num método de redução dos tempos de *setup*, ou seja, da mudança de ferramenta ou de ajustes nos processos. Neste caso, o objetivo passa pela execução da mudança num período máximo de dez minutos, ou seja, num espaço temporal inferior a dois dígitos, resultando num sistema produtivo mais flexível (Ulutas, 2011).

Na metodologia SMED são abordados dois tipos de atividades: as externas e as internas. As atividades externas correspondem àquelas que não interferem diretamente com o equipamento afeto a uma determinada tarefa, e que podem ser realizadas sem interrupção da produção. Em sentido inverso, as atividades internas são aquelas implicam a interrupção do funcionamento de um determinado equipamento (Ulutas, 2011). Assim sendo, a aplicação desta metodologia pode ser resumida em três etapas, a saber (Rosa, Silva, Ferreira, & Campilho, 2017):

- ✓ 1ª etapa – Separação das atividades entre externas e internas.
- ✓ 2ª etapa – Transformação de etapas internas em externas.
- ✓ 3ª etapa – Racionalização das atividades internas e externas.

A explicação para a importância da minimização do tempo de *setup* pode ser dada recorrendo às três seguintes características (Costa, Sousa, Bragança, & Alves, 2013):

- ✓ Flexibilidade – em função da grande diversidade de produtos e dos pequenos tamanhos de lotes exigidos pelos clientes, a capacidade de rapidamente proceder à alteração de ferramenta ou de processo permite à organização reagir com celeridade à necessidade do cliente.

- ✓ Capacidade do gargalo do processo – o gargalo (*bottleneck*) do processo pode ser um dos grandes entraves à produtividade, sendo que a minimização do tempo de *setup* é vital à resposta à procura por parte do cliente.
- ✓ Redução de custos – estando a redução dos custos de produção diretamente relacionados com o desempenho de um equipamento, a minimização do tempo de mudança de ferramenta implica, invariavelmente, uma redução dos custos de produção.

A redução do tempo de *setup* de uma operação concede variados benefícios ao processo, podendo este passar pela redução de inventário, pela diminuição do WIP, minimização de tamanho e movimentação de lotes e incremento da qualidade e flexibilidade da produção (Costa et al., 2013).

2.2.7 HEIJUNKA

Heijunka é uma palavra de origem japonesa que pretende transmitir a ideia de nivelamento da produção. Um sistema *heijunka* permite que se alie a combinação da quantidade em produção com uma grande diversidade de produtos, por forma a garantir um fluxo de saída contínuo (Amran, Azmi, & Surjawati, 2017).

Como base para proceder ao nivelamento, o processo *heijunka* utiliza o volume total de encomendas para um determinado período deduzindo, a partir daí, o valor dos output para criar uma uniformização no fornecimento diário de cada tipo de produto, minimizando o nível de stock produzido e sendo rápido e ágil a ir de encontro à necessidade do cliente (Figura 4) (Korytkowski, Wisniewski, & Rymaszewski, 2013).

O processo *heijunka* compromete-se a nivelar:

- ✓ Quantidade a produzir de cada tipo de produto.
- ✓ Tipo de produtos.
- ✓ Tempo de produção.

| N H | A O | Pich time number | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|------------------|--------|-------------|-------------|-------------|--------|-------------|-------------|--------|-------------|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 6 | I | A | B | B C D | A | A B | A C | | | | | | |
| 6 | II | A | A | B | B C | A B C | A D | | | | | | |
| 6 | III | B C | A | A B | A | A C | B D | | | | | | |
| 6 | IV | B | B C | A | A | A B C | A D | | | | | | |
| 8 | I | A | B | B C D | A | A | B | B C D | A | | | | |
| 8 | II | A | B | B C | A B C | A B | A | A B | B D | | | | |
| 8 | III | B C | A | A B | A | A C | B | A B | B C D | | | | |
| 8 | IV | B | B C | A | A | A B C | A B | B C D | A | | | | |
| 10 | I | A | B | B C D | A | A | B | B C D | A | A | B | | |
| 10 | II | A | A | B | B C | A B C | A B | A | A B | B D | A B C | | |
| 10 | III | B C | A | A B | A | A C | A B | A B | B C D | A | C D | | |
| 10 | IV | B | B C | A | A | A B C | A B | B C D | A | B D | A B | | |
| 12 | I | A | B | B C D | A | A | B | B C D | A | A | B | A | B |

Figura 4 - Exemplo de nivelamento da produção para os produtos A, B, C e D [adaptado de (Korytkowski et al., 2013)]

2.2.8 JIDOKA

Jidoka é uma palavra de origem japonesa que diz respeito à autonomação dos processos. A autonomação consiste na automatização de um processo, no entanto, tendo por base um controlo de qualidade com um toque humano, evitando que um produto defeituoso siga para a próxima etapa de produção. Com esta metodologia, há uma harmonia entre a componente robotizada e a componente humana, minimizando os desperdícios decorrentes da produção de peças defeituosas não controladas ao longo do processo de fabrico (Sartal, Senra, & Cruz-Machado, 2017).

2.3 MÉTRICAS LEAN

As métricas *lean* são importantes para o apoio à tomada de decisão por parte dos responsáveis. Estas métricas, vulgarmente designadas por KPI (do inglês, *Key Performance Indicator*) são normalmente associados ao âmbito operacional ou ao financeiro, sendo que serão de seguida abordados alguns, nomeadamente: *overall equipment efficiency*, *cycle time*, *takt time*, rotação de *stocks* e o *first time through* (Pinto, 2013).

2.3.1 OVERALL EQUIPMENT EFFICIENCY

O *overall equipment efficiency* (OEE) trata-se de um indicador *lean* que mede o desempenho global de um processo ou sistema, não se limitando somente a processos industriais (Măinea, Duță, Patric, & Căciulă, 2010).

O indicador é medido tendo em consideração três elementos que estão envolvidos na criação de valor numa organização: as pessoas, os processos e os equipamentos. A medição do indicador passa pela quantificação dos parâmetros disponibilidade, eficiência e qualidade, sendo o OEE calculado mediante a multiplicação dos três parâmetros, em percentagem (Mâinea et al., 2010).

A disponibilidade mede a relação entre o tempo útil e o tempo disponível (Equação 1). O tempo útil, enunciado no numerador da equação apresentada infra, corresponde ao tempo disponível subtraído dos tempos de paragem (Mâinea et al., 2010).

$$\text{Disponibilidade (D)} = \frac{\text{Tempo útil}}{\text{Tempo disponível}} \times 100\% \quad \text{Equação 1}$$

A eficiência mede o tempo efetivo de produção tendo em conta com as ineficiências operacionais decorrentes do operador. Este parâmetro pode ser calculado pela multiplicação do rácio da velocidade de operação expectável pelo rácio da velocidade de operação real (Equação 2).

$$\text{Eficiência (E)} = \text{Rácio da vel. expectável} \times \text{Rácio da vel. real} \times 100\% \quad \text{Equação 2}$$

Os rácios de velocidade de produção expectável (Equação 3) e real (Equação 4) são calculados, respetivamente, pelas seguintes equações.

$$\text{Rácio de velocidade expectável} = \frac{\text{Tempo de ciclo esperado}}{\text{Tempo de ciclo real}} \quad \text{Equação 3}$$

$$\text{Rácio de velocidade real} = \frac{\text{Nº de peças} \times \text{Tempo de ciclo esperado}}{\text{Tempo útil}} \quad \text{Equação 4}$$

A qualidade mede a percentagem da produção executada bem e à primeira, ou seja, sem que tenham sofrido retrabalho.

$$\text{Qualidade (Q)} = \frac{\text{Quantidade produzida sem defeito}}{\text{Quantidade total produzida}} \times 100\% \quad \text{Equação 5}$$

2.3.2 CYCLE TIME E TAKT TIME

O tempo de ciclo (em inglês, *cycle time*) corresponde ao tempo entre peças sucessivas. Este tempo é definido pelo tempo despendido pela operação gargalo do sistema

(*bottleneck*), ou seja, a estação que tem menor capacidade de escoar o produto, ocorrendo criação de stock a montante desta (Pinto, 2013).

O *takt time* é um conceito de origem alemã, que pretende transmitir a ideia de ritmo ou cadência. Este conceito corresponde ao tempo de ciclo de um processo calculado em função da procura por parte do mercado. Ou seja, diz respeito à cadência de saída de um produto acabado para o cliente (Pinto, 2013).

Um exemplo elucidativo pode ser pensar que uma empresa possui uma encomenda de 5000 unidades de um determinado produto, o qual tem de estar produzido em 8 horas de trabalho. Visto isto, a empresa possui 28800 segundos para executar a encomenda, pelo que a cada 5,76 segundos terá de existir uma unidade de produto acabado.

2.3.3 ROTAÇÃO DE STOCKS

O indicador relativo à rotação de *stocks* (Equação 6) diz respeito ao número de vezes que o inventário é renovado numa organização, num determinado período de tempo. Assim sendo, quando maior for este valor, menor será a quantidade de *stock* imobilizado e menor o capital imobilizado (Pinto, 2013).

$$\text{Rotação de stocks} = \frac{\text{Volume total de vendas}}{\text{Valor dos stocks}} \quad \text{Equação 6}$$

2.3.4 FIRST TIME THROUGH

O *first time through* (FTT) é uma medida de eficácia de um processo, correspondendo à percentagem de unidades produzidas com qualidade e à primeira tentativa (Pinto, 2013). Ou seja, são unidades cujo processo de fabrico foi correto e não produziu qualquer tipo de defeitos que implicasse retrabalho ou a rejeição total da peça.

O ideal será que a organização possua este indicador com elevada percentagem, sendo o mesmo calculado pela seguinte fórmula (Equação 7).

$$\text{FTT} = \frac{\text{Unidades produzidas com qualidade e à primeira}}{\text{Unidades totais produzidas}} \times 100\% \quad \text{Equação 7}$$




2.4 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO NO LEAN MANUFACTURING

O desenvolvimento e operacionalização de um modelo de medição de desempenho pode ser usado para avaliar as mudanças introduzidas numa organização, com vista a tornar um processo produtivo *lean* (Karlsson & Åhlström, 1996).

2.4.1 MODELO DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO PROPOSTO POR KARLSSON E ÅHLSTRÖM

Segundo Karlsson & Åhlström (1996), a produção lean numa organização é conceptualizada pelo somatório de quatro grandes vertentes: *lean development*, *lean procurement*, *lean manufacturing* e *lean distribution*. A implementação de produção *lean* na organização afeta a organização do trabalho no seio da mesma provocando, sobretudo, alterações na vertente *lean manufacturing*, podendo também estender-se ao *lean product development*.

Tabela 2 - Elementos do modelo para avaliar mudanças com vista a uma produção *lean* [adaptado de (Karlsson & Åhlström, 1996)]

| DETERMINANTE | MEDIÇÃO | DIREÇÃO LEAN |
|--|--|--|
| Indicadores teóricos por detrás dos princípios da produção <i>lean</i> | Indicadores operacionais a serem tomados em conta para avaliar a mudança para uma produção <i>lean</i> | Direção desejada para o indicador, com o intuito de se mover na direção <i>lean</i>  = deve aumentar  = deve diminuir  = a prática deve mudar nesta direção |

Por forma a contribuir para a implementação de produção *lean* nas organizações, os mesmos autores desenvolveram uma metodologia baseada na medição de indicadores que consideraram ser relevantes. O esboço do modelo (Tabela 2) será aplicado aos princípios da produção *lean*, sendo abordados os seguintes princípios: eliminação de desperdício, melhoria contínua, produção com zero defeitos, produção *just in time*, produção *pull*, equipas multidisciplinares, descentralização de responsabilidades, funções integradas e sistema de informação vertical.

A Tabela 3 mostra a avaliação a ser efetuada com vista a eliminação de desperdício. Desperdício é algo que o cliente não está disposto a pagar, tendo por causa a existência de operações que não acrescentam valor ao produto.

Tabela 3 - Eliminação de desperdício [adaptado de (Karlsson & Åhlström, 1996)]

| DETERMINANTE | ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIO | DIREÇÃO LEAN |
|-------------------------|--|--------------|
| <i>Work in Progress</i> | Valor do trabalho em processamento em relação às vendas | ↘ |
| Tamanho dos lotes | Tempo de produção entre <i>setups</i> | ↘ |
| Tempos de <i>setup</i> | Tempo necessário para efetuar trocas | ↘ |
| Tempo de máquina parada | Número de horas de paragem de máquinas por funcionamento defeituoso em relação ao tempo total da máquina | ↘ |
| Transporte de: | Número de vezes que os componentes são transportados | ↘ |
| Componentes | Distância física total percorrida pelos componentes | ↘ |
| Sucata | Valor da sucata em relação às vendas | ↘ |
| Retrabalho | Valor do retrabalho em relação às vendas | ↘ |

A melhoria contínua pode ser vista como o segundo principal princípio da produção *lean*, sendo que uma organização deve estar em contínuo aperfeiçoamento em direção ao objetivo da perfeição. A Tabela 4 mostra a avaliação a ser efetuada com vista a contribuir para a melhoria contínua da organização.

Tabela 4 - Melhoria Contínua [adaptado de (Karlsson & Åhlström, 1996)]

| DETERMINANTE | MELHORIA CONTÍNUA | DIREÇÃO LEAN |
|--|--|--------------|
| Sugestões | Número de sugestões por funcionário e por ano | ↗ |
| | Percentagem de sugestões implementadas | |
| Organização das atividades de melhoria | Círculos da qualidade | ↑ |
| | Equipas multidisciplinares e resolução de problemas espontânea | |
| | Esquema de sugestões formal | |
| | Organização não explícita | |

A minimização dos defeitos na produção é um dos princípios *lean*, sendo essencialmente para o aumento da produtividade e denota como uma organização se preocupa em atingir elevados níveis de qualidade. A Tabela 5 diz respeito à avaliação a ser efetuada com vista a progredir para a produção sem evidência de defeitos.

Tabela 5 - Produção com zero defeitos [adaptado de (Karlsson & Åhlström, 1996)]

| DETERMINANTE | ZERO DEFEITOS | DIREÇÃO LEAN |
|--|---|--------------|
| Responsabilidade na identificação de componentes defeituosos | Trabalhadores identificam componentes defeituosos e param a linha | ↑ |
| | Departamento de controlo da qualidade identifica componentes defeituosos e informa a gestão da produção | |
| Responsabilidade pela correção dos componentes defeituosos | Componentes defeituosos são devolvidos ao trabalhador responsável pelo defeito para repará-lo | ↑ |
| | Trabalhadores retiram-na e procedem à correção do defeito | |
| | Departamento de retrabalho procede à correção dos componentes defeituosos | |
| Departamento de controlo da qualidade | Número de pessoas afetas ao controlo de qualidade | ↘ |
| Grau de controlo do processo | Processos são controlados por medição ao longo dos mesmos | ↑ |
| | Medição é feita após cada processo | |
| | Medição é apenas feita no final do processo produtivo | |
| Controlo de defeitos automatizado | Percentagem da inspeção realizada por controlo automatizado | ↗ |
| Retificação e área de reparação | Dimensão da área de retificação e reparação | ↘ |

A produção *just in time* está intimamente associada à minimização dos defeitos nos produtos. Este princípio baseia-se em proporcionar a cada processo os recursos necessários, na quantidade e no tempo corretos. A Tabela 6 apresenta a avaliação a ser efetuada com vista a alcançar uma produção *just in time*.

Tabela 6 - Produção *Just in Time* [adaptado de (Karlsson & Åhlström, 1996)]

| DETERMINANTE | JUST IN TIME | DIREÇÃO LEAN |
|-------------------------------|---|--------------|
| Tamanhos de lote | Tempo de produção entre setups | ↘ |
| <i>Work in Progress</i> | Valor do trabalho em processamento em relação às vendas | ↘ |
| <i>Lead time</i> da encomenda | Tempo dispendido para processar cada encomenda | ↘ |
| Nível de <i>just in time</i> | Sequência <i>just in time</i> exequível | ↑ |
| | Entregas, por tipo de produto, exequíveis <i>just in time</i> | |
| | Entrega de lotes <i>just in time</i> | |

A produção *pull*, por contraposição à produção *push*, está relacionada com a forma como o material é colocado no seio do sistema produtivo, mediante o escalonamento com que é efetuado o pedido do mesmo. A Tabela 7 mostra a avaliação a ser efetuada com vista a privilegiar a produção em *pull* em detrimento da produção em *push*.

Tabela 7 - Produção *Pull* [adaptado de (Karlsson & Åhlström, 1996)]

| DETERMINANTE | PRODUÇÃO PULL | DIREÇÃO LEAN |
|--|--|--------------|
| Retroatividade do pedido em relação ao agendamento | Número de estágios do fluxo de material que usa <i>pull</i> , em relação ao total de estágios de fluxo de material | ↗ |
| Grau de <i>Pull</i> | Percentagem dos pedidos anuais que são planeados num sistema <i>pull</i> | ↗ |

Uma das principais características inerentes à produção *lean* numa organização é a extensa recorrência ao trabalho em equipas. A Tabela 8 apresenta a avaliação a ser efetuada com vista a incutir a existência de equipas multidisciplinares como forma de progredir para uma produção *lean*.

Tabela 8 - Equipas multidisciplinares [adaptado de (Karlsson & Åhlström, 1996)]

| DETERMINANTE | EQUIPAS MULTIDISCIPLINARES | DIREÇÃO <i>LEAN</i> |
|--------------------------|---|---------------------|
| Estrutura da equipa | Percentagem de funcionários que trabalha em equipa | ↗ |
| Estrutura da tarefa | Número de tarefas na corrente de produção realizadas pelas equipas | ↗ |
| Classificação de tarefas | Número de classificação de tarefas | ↘ |
| Rotatividade de tarefas | Funcionários trocam de tarefas no seio da equipa | ↑ |
| | Continuamente | |
| | A cada hora | |
| | A cada dia | |
| | Uma vez por semana | |
| | Uma vez por mês | |
| | Uma vez por ano | |
| | Menos de uma vez por ano | |
| Formação | Número de tarefas para as quais os funcionários recebem formação | ↗ |
| | Número de áreas funcionais para as quais os funcionários recebem formação | |
| | Número de horas de formação providenciadas a um novo funcionário | |

Em ambiente *lean*, a descentralização de responsabilidades é também um dos pilares subjacentes, criando uma cultura de responsabilidade entre os vários elos da cadeia produtiva. A Tabela 9 diz respeito à avaliação a ser efetuada no que concerne à descentralização de responsabilidades no seio da organização.

Tabela 9 - Descentralização de responsabilidades [adaptado de (Karlsson & Åhlström, 1996)]

| DETERMINANTE | DESCENTRALIZAÇÃO DE RESPONSABILIDADES | DIREÇÃO <i>LEAN</i> |
|--|---|---------------------|
| Tarefas de supervisão realizadas pelas equipas | A liderança da equipa roda por entre os membros da equipa | ↑ |
| | Tarefas de supervisão realizadas pela equipa | |
| | Nível de supervisão independente dentro da organização | |
| Liderança da equipa | Percentagem de funcionários aptos a assumir a responsabilidade de liderança da equipa | ↗ |
| | Percentagem de funcionários que têm assumido responsabilidade de liderança da equipa | |
| Estrutura hierárquica | Número de níveis hierárquicos na estrutura organizacional | ↘ |
| Áreas de responsabilidade | Número de áreas funcionais que são responsabilidade das equipas | ↗ |

As tarefas realizadas por departamentos secundários à produção acabam por ser transferidas para o seio das equipas multidisciplinares, resultando num incremento do volume de trabalho da equipa. A Tabela 10 apresenta a avaliação a ser efetuada com vista a integração de diversas tarefas, provenientes de diversos departamentos, no seio da equipa.

Tabela 10 - Funções integradas [adaptado de (Karlsson & Åhlström, 1996)]

| DETERMINANTE | FUNÇÕES INTEGRADAS | DIREÇÃO <i>LEAN</i> |
|-----------------------------------|--|---------------------|
| Componente de trabalho em equipas | Número de diferentes tarefas realizadas pela equipa | ↗ |
| Recursos de auxílio | Rácio de funcionários subcontratados em relação ao funcionários afetos à organização | ↘ |

A Tabela 11 apresenta a avaliação a ser efetuada para se tornarem os sistemas de informação verticalizados, chegando de forma mais rápida e eficiente aos funcionários da base da estrutura da organização, promovendo e estimulando uma produção *lean*.

Tabela 11 - Sistemas de informação vertical [adaptado de (Karlsson & Åhlström, 1996)]

| DETERMINANTE | SISTEMAS DE INFORMAÇÃO VERTICAL | DIREÇÃO <i>LEAN</i> |
|------------------------------------|---|---------------------|
| Modo de comunicação da informação | Informação continuamente disponibilizada em espaços específicos, diretamente na linha de produção | ↑ |
| | Disponibilização regular de informação escrita e oral | |
| | Nenhuma informação para os funcionários | |
| Conteúdo estratégico na informação | Número de áreas de disponibilização de informação aos funcionários | ↗ |
| | Perspetiva temporal na informação disponibilizada | |
| Conteúdo operacional na informação | Número de diferentes medidas usadas na avaliação da <i>performance</i> das equipas | ↗ |
| Frequência da informação | A frequência com que informação é fornecida aos funcionários | ↗ |

A avaliação da implementação de uma produção *lean* no seio de uma organização pode ser medido através do modelo descrito pelas nove áreas organizacionais, contribuindo para melhorar os índices de competitividade da mesma no mercado em que atue.

2.4.2 MODELO DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO PROPOSTO POR SÁNCHEZ E PÉREZ

O modelo de Sánchez e Pérez (2001) é baseado em seis grupos de indicadores, aos seguintes princípios:

- ✓ Eliminação das atividades não geradores de valor acrescentado.
- ✓ Melhoria Contínua.
- ✓ Equipas Multidisciplinares.
- ✓ Produção e distribuição *just in time*.
- ✓ Interligação com os fornecedores.
- ✓ Flexibilidade do sistema de informação.

Todas as dimensões devem estar interligadas dentro da organização (Figura 5), por forma a contribuírem para a melhoria do desempenho da mesma (Sánchez & Pérez, 2001).

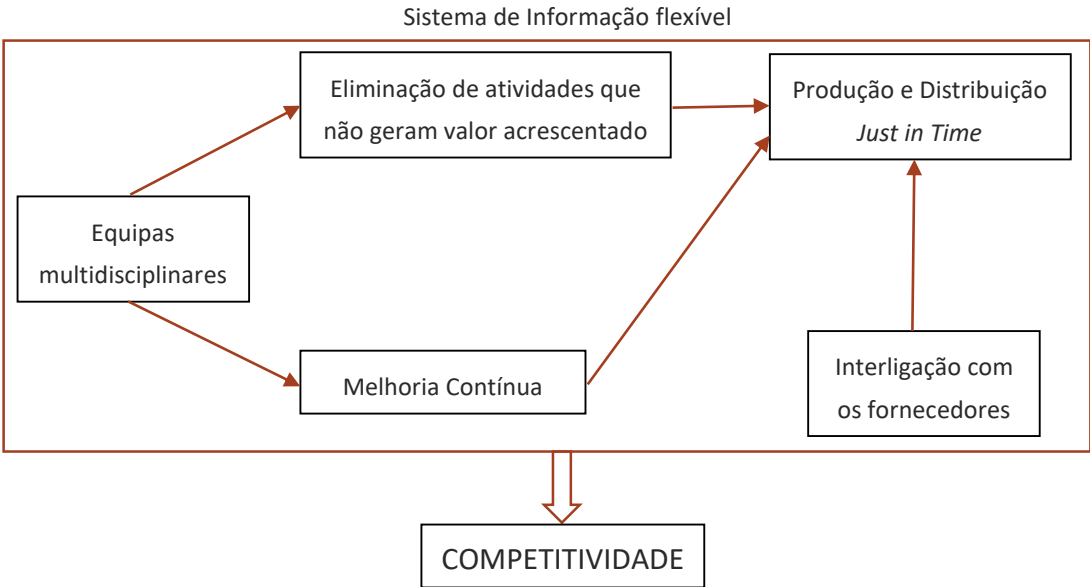


Figura 5 - Modelo de Produção Lean [adaptado de (Sánchez & Pérez, 2001)]

Para cada indicador enunciado será associada uma seta no sentido ascendente ou descendente, consoante foi considerado como a prática adequada a progredir para uma produção *lean* (Tabela 12).

Tabela 12 - Elementos do modelo de Sánchez e Pérez, com vista a avaliar mudanças conducentes a uma produção *lean*

| INDICADOR | DEFINIÇÃO | DIREÇÃO LEAN |
|-------------------------|------------------------|---|
| Referência do indicador | Definição do indicador | Direção desejada para o indicador, com o intuito de se mover na direção <i>lean</i> ↗ = deve aumentar ↘ = deve diminuir |

A Tabela 13 mostra a avaliação a ser efetuada com vista a eliminação de atividades não geradoras de valor acrescentado.

Tabela 13 - Eliminação de atividades que não geram valor [adaptado de (Sánchez & Pérez, 2001)]

| INDICADOR | ELIMINAÇÃO DE ATIVIDADES QUE NÃO GERAM VALOR | DIREÇÃO <i>LEAN</i> |
|-----------|--|---------------------|
| EF1 | Percentagem de componentes comuns a vários produtos produzidos | ↗ |
| EF2 | Valor do <i>Work in Progress</i> em relação às vendas | ↘ |
| EF3 | Rotação de <i>stock</i> | ↗ |
| EF4 | Número de vezes e distância de transporte de componentes | ↘ |
| EF5 | Tempo dispensado em <i>setups</i> | ↘ |
| EF6 | Percentagem da manutenção preventiva sobre a manutenção total | ↗ |

A Tabela 14 enuncia a avaliação a ser efetuada com vista a contribuir para a melhoria contínua da organização.

Tabela 14 - Melhoria Contínua [adaptado de (Sánchez & Pérez, 2001)]

| INDICADOR | MELHORIA CONTÍNUA | DIREÇÃO <i>LEAN</i> |
|-----------|--|---------------------|
| MC1 | Número de sugestões por funcionário e por ano | ↗ |
| MC2 | Percentagem das sugestões implementadas | ↗ |
| MC3 | Benefícios resultantes das sugestões | ↗ |
| MC4 | Percentagem da inspeção realizada por controlo de defeitos automatizado | ↗ |
| MC5 | Percentagem de componentes defeituosos retificados pelos operadores da linha de produção | ↗ |
| MC6 | Percentagem de tempo de paragem das máquinas devido a mau funcionamento | ↘ |
| MC7 | Valor da sucata e do retrabalho em relação às vendas | ↘ |
| MC8 | Número de pessoas afetas ao controlo de qualidade | ↘ |

A Tabela 15 apresenta a avaliação a ser efetuada com vista a incutir a existência de equipas multidisciplinares como forma de progredir para uma produção *lean*.

Tabela 15 - Equipas multidisciplinares [adaptado de (Sánchez & Pérez, 2001)]

| INDICADOR | EQUIPAS MULTIDISCIPLINARES | DIREÇÃO <i>LEAN</i> |
|-----------|---|---------------------|
| EQ1 | Percentagem dos funcionários que trabalham em equipa | ↗ |
| EQ2 | Número e percentagem das tarefas realizadas pelas equipas | ↗ |
| EQ3 | Percentagem de funcionários que em rotatividade de tarefas no seio da organização | ↗ |
| EQ4 | Frequência média de rotatividade de tarefa | ↗ |
| EQ5 | Percentagem de líderes de equipa elegidos pelos seus pares | ↗ |

A Tabela 16 apresenta os indicadores a serem tomados em consideração para avaliar a implementação da produção e da distribuição *just in time*, conducentes a uma produção *lean*.

Tabela 16 - Produção e distribuição *Just in Time* [adaptado de (Sánchez & Pérez, 2001)]

| INDICADOR | PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO <i>JUST IN TIME</i> | DIREÇÃO <i>LEAN</i> |
|-----------|--|---------------------|
| P1 | <i>Lead time</i> das encomendas dos clientes | ↘ |
| P2 | Percentagem de componentes distribuídos <i>just in time</i> pelos fornecedores | ↗ |
| P3 | Nível de interligação entre a entrega pelo fornecedor e o sistema de informação da produção | ↗ |
| P4 | Percentagem de componentes distribuídos <i>just in time</i> entre secções na linha de produção | ↗ |
| P5 | Tamanhos dos lotes de produção e distribuição | ↘ |

A Tabela 17 diz respeito à avaliação a realizar no que concerne ao interligação desejável entre os fornecedor e a organização, por forma a criar sinergias que incentivem à progressão para uma produção *lean*.

Tabela 17 - Interligação com os fornecedores [adaptado de (Sánchez & Pérez, 2001)]

| INDICADOR | INTERLIGAÇÃO COM OS FORNECEDORES | DIREÇÃO <i>LEAN</i> |
|-----------|---|---------------------|
| I1 | Percentagem de peças projetadas em parceria com os fornecedores | ↗ |
| I2 | Número de sugestões feitas pelos fornecedores | ↗ |
| I3 | Frequência com que os técnicos afetos aos fornecedores visitam a empresa | ↗ |
| I4 | Frequência com que as empresas fornecedoras são visitadas pelos técnicos | ↗ |
| I5 | Percentagem de documentos partilhados com os fornecedores por via eletrónica ou <i>intranet</i> | ↗ |
| I6 | Duração média de contrato com o fornecedor mais importante | ↗ |
| I7 | Número médio de fornecedores na maior parte dos componentes | ↘ |

A Tabela 18 incide sobre os indicadores a ter em consideração para avaliar a flexibilidade do sistema de informação da organização, sendo este relevante para permitir uma produção *lean*.

Tabela 18 - Flexibilidade do sistema de informação [adaptado de (Sánchez & Pérez, 2001)]

| INDICADOR | FLEXIBILIDADE DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO | DIREÇÃO <i>LEAN</i> |
|-----------|---|---------------------|
| S1 | Frequência com que cada informação é fornecida aos funcionários | ↗ |
| S2 | Número de reuniões informativas por parte da gestão de topo com os funcionários | ↗ |
| S3 | Percentagem de procedimentos com registo escrito na organização | ↗ |
| S4 | Percentagem de equipamento produzido com recurso a computadorização | ↗ |
| S5 | Número de decisões tomadas pelos funcionários sem necessidade de controlo pelo supervisor | ↗ |

A implementação do modelo visa permitir avaliar a implementação de uma produção *lean*. Assim, são identificados quatro principais benefícios de uma produção *lean*,

nomeadamente o incremento na qualidade, o aumento da flexibilidade, a diminuição do *lead time* e a redução dos custos de produção. A cada um dos benefícios de uma produção *lean* enunciados surgem associados alguns dos indicadores apresentados pelo modelo, a saber:

- ✓ Qualidade: MC4, EQ4, P2, P3, P5, I4, I7 e S3.
- ✓ Flexibilidade: EQ2, EQ1.
- ✓ Lead time: MC6, MC8, I2, S1, I1 e EF6.
- ✓ Custo: EQ3, P4 e P1.

2.5 LEAN PRODUCT DEVELOPMENT

O desenvolvimento de novos produtos é, hoje em dia, crucial nas organizações industriais. O desenvolvimento com sucesso tem por base várias componentes, sendo fundamental a aprendizagem e transferência de conhecimento no seio da organização. Atualmente, mercê da frenética procura e exigências pelo mercado, as empresas operam num ambiente que torna difícil ter capacidade de resposta ao conhecimento exigido (Maksimovic et al., 2014).

2.5.1 MODELO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE WELO E RINGEN

O modelo de avaliação da implementação de *Lean Product Development* apresentado por Torgeir Welo e Geir Ringen (2016) baseia-se em seis componentes, correspondentes à perceção do valor por parte do cliente, a transmissão de conhecimento, a normalização, a consolidação, a melhoria contínua, e a promoção da cultura *lean*. As componentes enunciadas, as respetivas interfaces entre elas e as relações de interdependências constituem um sistema, o qual é crucial para a criação de valor no seio da cadeia de valor de um qualquer produto numa organização.

O estudo de caso é composto pelas seis componentes acima enunciadas, sendo cada uma delas decompostas em características, as quais descrevem o atributo chave. Por sua vez, cada característica é subdividida em conjuntos de três aptidões. Cada uma das aptidões é descrita pelo nível de maturidade *lean* do processo, permitindo à organização avaliar internamente a sua situação.

A avaliação passa pela quantificação de cada aptidão numa escala de 1 a 5, correspondendo o 1, o 3 e o 5, a baixo, intermédio e elevado nível de maturidade *lean*, respetivamente. Os restantes valores correspondem a avaliação intercalar de cada um dos imediatamente acima enunciados.

A quantificação de cada parâmetro é efetuada para duas situações: a atual existente na organização e o objetivo a alcançar. A partir desta avaliação, a maturidade de um sistema de *lean product development* mede-se pelo desvio existente entre a situação corrente e a expectável atingir, sendo maior quanto menor forem os desvios.

Em suma, o modelo apresentado na Tabela 19 é constituído por seis componentes, cada um deles dividido entre duas a cinco características, perfazendo um total de vinte e duas características. Sendo cada característica subdividida em três aptidões, o modelo perfaz um total de sessenta e seis parâmetros em análise.

Tabela 19 - Modelo de avaliação da maturidade do processo de *lean product development* [adaptado de (Welo & Ringen, 2016)]

| COMPONENTES | CARACTERÍSTICAS | ATUAL | OBJETIVO | DESVIO |
|--------------------------------|---|-------|----------|--------|
| Perceção de valor pelo cliente | Função e valores | | | |
| | Interligação entre cliente e projeto de engenharia | | | |
| Cultura | Confiança, respeito e responsabilidade | | | |
| | Tomada de decisão baseada em factos | | | |
| | Criatividade e empreendedorismo | | | |
| | Instrumentos digitais | | | |
| | Comunicação simples e gráfica | | | |
| Consolidação | Planeamento e gestão de recursos | | | |
| | Gestão de produto e portfólio | | | |
| | Fluidez de informação e comunicação na estrutura organizacional | | | |
| | Papel da produção no desenvolvimento do produto | | | |
| | Papel do fornecedor no desenvolvimento do produto | | | |
| Normalização | Normalização dos processos de desenvolvimento do produto | | | |
| | Normalização em favor da flexibilização | | | |
| | Normalização como estratégia de projeto | | | |
| | Normalização com vista à resolução de problemas | | | |
| Conhecimento | Fluxo de valor | | | |
| | Direito de propriedade e gestão | | | |
| | Corrente de conhecimento entre departamentos organizacionais | | | |
| | Projeto baseado no conjunto das partes envolvidas | | | |
| Melhoria contínua | Melhoria contínua no desenvolvimento do produto | | | |
| | Medição da produtividade no desenvolvimento do produto | | | |

CONSTRUÇÃO DO QUESTIONÁRIO

3.1 ESTRUTURA E ÁRVORE DO QUESTIONÁRIO

3.2 CONTEÚDO DO QUESTIONÁRIO

3 CONSTRUÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Neste estudo a análise ao grau de penetração das práticas *lean* na indústria portuguesa é medida através das respostas obtidas a um questionário.

Para a realização do questionário recorreu-se ao software *Google Forms*, permitindo esta plataforma a criação de um *link*, o qual seguiu no e-mail enviado a todos os convidados a participar no estudo (ver Anexo, ponto 7.1), neste caso, elementos relevantes das organizações em estudo.

O presente questionário partiu da apreciação prévia de um questionário subordinado à temática do *lean* (Moreira, 2011) tendo-se, no entanto, procedido à estruturação e criação de um novo questionário baseado num novo estudo bibliográfico enquadrado na presente dissertação.

3.1 ESTRUTURA E ÁRVORE DO QUESTIONÁRIO

O questionário realizado incluiu 19 questões, algumas delas divididas em alíneas, e todas elas de resposta obrigatória. No final, existe uma vigésima questão, de resposta facultativa, em que se solicita a introdução de um endereço de correio eletrónico, com o intuito de fazer chegar os resultados finais obtidos na dissertação a todos os participantes interessados (Figura 6).

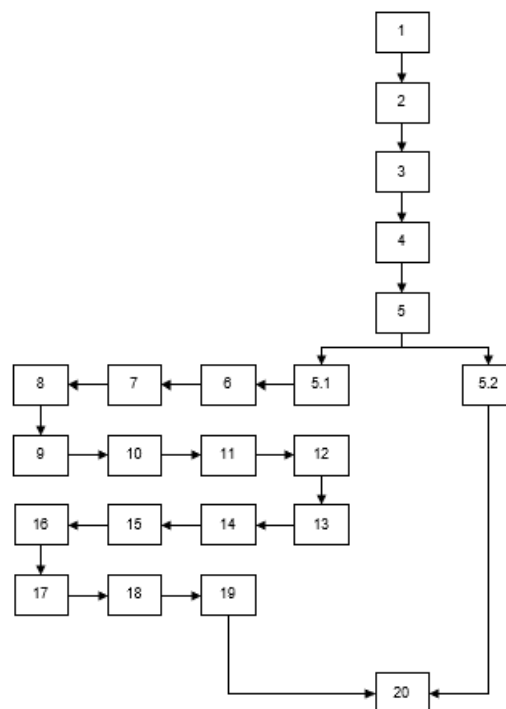


Figura 6 - Árvore do questionário

3.2 CONTEÚDO DO QUESTIONÁRIO

O questionário inicia-se com uma breve apresentação da temática do mesmo, dos seus objetivos, da finalidade do mesmo e informações gerais (Figura 7).

Figura 7 - Secção inicial do questionário

A partir daqui, a construção do questionário encontra-se assente em quatro vertentes, a saber:

- ✓ Caracterização da organização;
- ✓ *Lean* na organização;
- ✓ *Lean Manufacturing*;
- ✓ *Lean Product Development*.

3.2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO

A secção de caracterização da organização foi concebida para ser ilustrativa do panorama geral das organizações que participaram no estudo, sendo constituída por quatro questões, conforme apresentado na Figura 8.

No que concerne à primeira questão, é solicitada a designação da organização, sendo ressalvado que a informação pretende apenas servir de base à verificação da não existência do preenchimento por mais de um colaborador afeto a uma mesma organização.

A questão dois pretende perceber a relação entre origem do capital financeiro da organização e a localização da respetiva sede institucional, sabendo-se assim se a

organização possui a sede em Portugal e se o capital social que financia a sua atividade provém de fontes nacionais.

Relativamente à questão três, é solicitada a indicação do código de classificação das atividades económicas (CAE), por forma a enquadrar a organização num determinado setor da atividade económica.

A caracterização da organização finaliza com a questão quatro, que se refere ao número de colaboradores a exercer funções no seio da empresa. As possíveis respostas foram divididas em cinco classes, a saber: até 10 colaboradores, entre 11 e 50 colaboradores, entre 51 e 250 colaboradores, entre 251 e 500 colaboradores, e mais de 500 colaboradores.

Caracterização da organização

A atual seção pretende efetuar uma breve caracterização da organização.

1 - Nome da organização (serve apenas para verificar a não existência de mais de uma resposta por parte da mesma organização) *

Sua resposta

2 - Empresa de: *

☐ Capital português e sede nacional

☐ Capital português e sede estrangeira

☐ Capital estrangeiro e sede nacional

☐ Capital estrangeiro e sede estrangeira

3 - CAE da organização (caso a organização possua mais do que uma, indique a que seja mais relevante ao negócio) *

Sua resposta

4 - Número de colaboradores *

☐ Até 10

☐ Entre 11 e 50

☐ Entre 51 e 250

☐ Entre 251 e 500

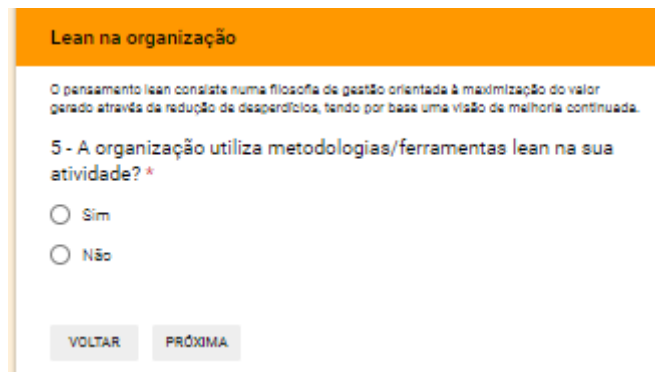
☐ Mais de 500

VOLTAR PRÓXIMA

Figura 8 - Secção de “Caracterização da organização” do questionário

3.2.2 LEAN NA ORGANIZAÇÃO

A secção denominada “*Lean* na organização” inicia-se com a aferição se a organização utiliza metodologias e/ou ferramentas *lean* no decorrer da sua atividade (Figura 9).



Lean na organização

O pensamento lean consiste numa filosofia de gestão orientada à maximização do valor gerado através da redução de desperdícios, tendo por base uma visão de melhoria continuada.

5 - A organização utiliza metodologias/ferramentas lean na sua atividade? *

☐ Sim

☐ Não

VOLTAR PRÓXIMA

Figura 9 - Questão cinco do questionário

A resposta à pergunta 5 pressupõe a adoção de um caminho distinto no preenchimento do questionário, consoante a resposta seja positiva ou negativa. No caso da resposta ser positiva, a secção a surgir efetua duas questões: a pergunta 5.1, em que se pede ao inquirido que enumere a(s) ferramenta(s) que a organização utiliza; e a pergunta 6, em que se solicita ao inquirido que avalie o estado atual de maturação da implementação *lean* no seio da respetiva organização (Figura 10). Enquanto na questão 5.1 o participante pode escolher diversas hipóteses e até enunciar outras que não se encontrem na lista, a questão seis corresponde a uma de escolha múltipla, com escala entre “Muito baixo” e “Muito elevado”, passando pelas escalas de “Baixo”, “Médio” e “Elevado”.

Lean na organização

5.1 - Se respondeu "Sim", qual(is)? *

☐ 5S

☐ Value Stream Mapping

☐ Gestão Visual

☐ Trabalho Normalizado

☐ FMEA

☐ SMED

☐ Heijunka

☐ Jidoka

☐ Outro: _____

6 - Como considera estar o estado de maturação da implementação lean na organização? *

☐ Muito baixo

☐ Baixo

☐ Médio

☐ Elevado

☐ Muito elevado

VOLTAR PRÓXIMA

Figura 10 - Secção do questionário surgida no seguimento de resposta positiva à questão cinco

Uma resposta negativa à questão 5 pressupõe o surgimento de uma secção com a pergunta 5.2, em que se questiona a(s) razão(ões) da não implementação de práticas *lean* no seio da atividade da organização (Figura 11). O participante pode clicar em várias afirmações e/ou enunciar uma que não esteja enunciada. As afirmações apresentadas como razão para a não implementação *lean* na organização são as seguintes:

- ✓ Os recursos humanos não possuem conhecimentos sobre *lean*.
- ✓ A gestão de topo não dá o apoio necessário à implementação dessas práticas.
- ✓ O benefício a obter com a implementação do *lean* não é relevante.
- ✓ Elevada resistência à mudança que impede a implementação do *lean*.

Lean na organização

5.2 - Se respondeu "Não", qual(is) considera ser(em) a(s) razão(ões) para a não implementação de práticas lean no seio da atividade da organização? *

☐ Os recursos humanos não possuem conhecimentos sobre lean

☐ A gestão de topo não dá o apoio necessário à implementação dessas práticas

☐ O benefício a obter com a implementação do lean não é relevante

☐ Elevada resistência à mudança que impede a implementação do lean

☐ Outro: _____

VOLTAR PRÓXIMA

Figura 11 - Secção do questionário surgida no seguimento de resposta negativa à questão cinco

3.2.3 LEAN MANUFACTURING

A secção denominada “*Lean Manufacturing*” (ou *Lean* na produção) pretende avaliar o grau de sucesso das organizações para cada um dos principais princípios de produção *lean* identificados nos estudos apresentados na revisão bibliográfica da presente dissertação. Esta secção culmina com uma questão relativa aos benefícios da implementação de práticas *lean*.

As questões sete a quinze referem-se aos princípios de produção *lean* apresentados pelos modelos de medição de desempenho de Karlsson & Åhlström e de Sánchez e Pérez, nomeadamente: eliminação de desperdício, melhoria contínua, controlo de qualidade, *just in time*, sistema de produção, equipas de trabalho, descentralização de responsabilidades, interligação com os fornecedores e sistema de informação. Cada uma das questões encontram-se divididas em alíneas, as quais correspondem a características subjacentes a cada um dos princípios imediatamente acima enunciados. A resposta a cada uma das alíneas corresponde a uma escala de cinco hipóteses de carácter qualitativo, balizadas entre o grau de sucesso “Mais reduzido” ao “Mais elevado”, passando pelas escalas “Baixo”, “Médio” e “Elevado”.

A questão sete solicita ao participante a classificação do grau de sucesso da implementação *lean* gerada no processo produtivo, relativo à eliminação de desperdício (Figura 12). São apresentadas três afirmações, cada uma delas correspondendo a uma alínea, a saber:

- ✓ a) Redução do trabalho de fabrico em curso.
- ✓ b) Redução dos tempos de *setup* (montagem, preparação, troca de ferramenta).
- ✓ c) Redução da distância percorrida pelo material ao longo do processo produtivo.

Lean Manufacturing

O Lean Manufacturing trata-se do sistema produtivo lean. Neste sentido, as questões apresentadas dizem respeito aos seguintes princípios lean: eliminação de desperdício, melhoria contínua, controlo de qualidade, produção just in time, produção pull, trabalho em equipa, descentralização de responsabilidades e sistema de informação vertical.

7 - Classifique o grau de sucesso obtido pelo processo produtivo da organização, no âmbito da implementação das práticas lean, relativo à ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIO: *

| | Muito reduzido | Reduzido | Médio | Elevado | Muito elevado |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| a) Redução do trabalho de fabrico em curso | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| b) Redução dos tempos de setup (montagem, preparação, troca de ferramenta) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| c) Redução da distância percorrida pelo material ao longo do processo produtivo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Figura 12 – Questão sete do questionário, relativa à eliminação de desperdício

No que diz respeito à questão oito (Figura 13), esta aborda o princípio da melhoria contínua, sendo dividido nas duas seguintes alíneas:

- ✓ a) Aumento do número de sugestões por parte dos funcionários.
- ✓ b) Aumento da percentagem de sugestões implementadas.

8 - Classifique o grau de sucesso obtido pelo processo produtivo da organização, no âmbito da implementação das práticas lean, relativo à MELHORIA CONTÍNUA: *

| | Muito reduzido | Reduzido | Médio | Elevado | Muito elevado |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| a) Aumento no número de sugestões por parte dos funcionários | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| b) Aumento da percentagem de sugestões implementadas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Figura 13 - Questão oito do questionário, relativa à melhoria contínua

No que concerne à questão nove, é abordado o princípio do controlo de qualidade, auferido pelas seguintes afirmações (Figura 14):

- ✓ a) Aumento da automatização do controlo de defeitos.
- ✓ b) Aumento do número de controlos do processo.
- ✓ c) Aumento da capacidade do processo para produzir produtos conformes.
- ✓ d) Redução do número de pessoas afetas ao controlo de qualidade.

9 - Classifique o grau de sucesso obtido pelo processo produtivo da organização, no âmbito da implementação das práticas lean, relativo ao CONTROLO DE QUALIDADE: *

| | Muito reduzido | Reduzido | Médio | Elevado | Muito elevado |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| a) Aumento da automatização do controlo de defeitos | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| b) Aumento do número de controlos do processo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| c) Aumento da capacidade do processo para produzir produtos conformes | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| d) Redução do número de pessoas afetadas ao controlo de qualidade | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Figura 14 - Questão nove do questionário, relativa ao controlo de qualidade

A questão dez diz respeito ao nível de produção em just in time que a organização consegue alcançar com a adoção das práticas *lean* (Figura 15). No questionário é solicitada a resposta às duas seguintes afirmações:

- ✓ a) Redução do tempo de produção entre *setups*.
- ✓ b) Redução do tempo necessário à realização de uma encomenda.

10 - Classifique o grau de sucesso obtido pelo processo produtivo da organização, no âmbito da implementação das práticas lean, relativo ao JUST IN TIME: *

| | Muito reduzido | Reduzido | Médio | Elevado | Muito elevado |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| a) Redução do tempo de produção entre <i>setups</i> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| b) Redução do tempo necessário à realização de uma encomenda | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Figura 15 - Questão dez do questionário, relativa ao *just in time*

A questão onze aborda o princípio relativo ao sistema de produção, no sentido de perceber o grau de sucesso do sistema de produção *pull* da organização (Figura 16). Para isso, são apresentadas duas afirmações:

- ✓ a) Aumento do número de etapas do processo produtivo em função da procura (regime *pull*).
- ✓ b) Aumento dos pedidos planeados em sistema *pull*.

11 - Classifique o grau de sucesso obtido pelo processo produtivo da organização, no âmbito da implementação das práticas lean, relativo ao SISTEMA DE PRODUÇÃO: *

| | Muito reduzido | Reduzido | Médio | Elevado | Muito elevado |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| a) Aumento do número de etapas do processo produtivo em função da procura (regime pull) | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| b) Aumento dos pedidos planeados em sistema pull | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Figura 16 - Questão onze do questionário, relativa ao sistema de produção *pull*

A questão doze pretende auferir o nível de sinergia das equipas de trabalho e a capacidade delas em funcionar como equipas de trabalho (Figura 17). Para isso, são apresentadas ao participante quatro afirmações:

- ✓ a) Aumento da percentagem de funcionários a trabalhar em equipa.
- ✓ b) Aumento do número de tarefas realizadas em equipa, no processo produtivo.
- ✓ c) Aumento da rotatividade de tarefas no seio da equipa.
- ✓ d) Aumento da formação providenciada aos funcionários.

12 - Classifique o grau de sucesso obtido pelo processo produtivo da organização, no âmbito da implementação das práticas lean, relativo às EQUIPAS DE TRABALHO: *

| | Muito reduzido | Reduzido | Médio | Elevado | Muito elevado |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| a) Aumento da percentagem de funcionários a trabalhar em equipa | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| b) Aumento do número de tarefas realizadas em equipa, no processo produtivo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| c) Aumento da rotatividade de tarefas no seio da equipa | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| d) Aumento da formação providenciada aos funcionários | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Figura 17 - Questão doze do questionário, relativa ao trabalho em equipa

Relativamente à questão treze, a abordagem refere-se ao princípio da descentralização de responsabilidades no seio da organização, procurando-se perceber o nível de estruturação hierárquica e de preparação das pessoas para a liderança e a autonomia

na tomada de decisões. O tópico encontra-se dividido nas três seguintes afirmações (Figura 18):

- ✓ a) Aumento da percentagem de funcionários aptos a assumir a liderança da equipa.
- ✓ b) Aumento da percentagem de funcionários que têm assumido a liderança da equipa.
- ✓ c) Redução do número de níveis hierárquicos na estrutura organizacional.

13 - Classifique o grau de sucesso obtido pelo processo produtivo da organização, no âmbito da implementação das práticas lean, relativo à DESCENTRALIZAÇÃO DE RESPONSABILIDADES: *

| | Muito reduzido | Reduzido | Médio | Elevado | Muito elevado |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| a) Aumento da percentagem de funcionários aptos a assumir a liderança da equipa | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| b) Aumento da percentagem de funcionários que têm assumido a liderança da equipa | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| c) Redução do número de níveis hierárquicos na estrutura organizacional | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Figura 18 - Questão treze do questionário, relativa à descentralização de responsabilidades

A questão catorze tem por objetivo a aferição da relação que uma organização detém com os seus fornecedores (Figura 19). Para isso, são apresentadas três afirmações aos inquiridos:

- ✓ a) Aumento da frequência da visita de técnicos afetos aos fornecedores.
- ✓ b) Aumento na frequência de visitas aos fornecedores.
- ✓ c) Incremento da duração média de contrato com os fornecedores.

14 - Classifique o grau de sucesso obtido pelo processo produtivo da organização, no âmbito da implementação das práticas lean, relativo à INTERLIGAÇÃO COM OS FORNECEDORES: *

| | Muito reduzido | Reduzido | Médio | Elevado | Muito elevado |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| a) Aumento da frequência da visita de técnicos afetos aos fornecedores | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| b) Aumento na frequência de visitas aos fornecedores | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| c) Incremento da duração média de contrato com os fornecedores | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Figura 19 - Questão catorze do questionário, relativa à interligação com os fornecedores

O último princípio de produção *lean* apresentado no questionário diz respeito ao sistema de informação, nomeadamente na vertente da disponibilização de informação no seio da organização, por forma a aferir o nível de comunicação interna pelos vários degraus da estrutura hierárquica (Figura 20). Para isso, são colocadas a avaliação três afirmações, a saber:

- ✓ a) Aumento da frequência da informação fornecida aos funcionários.
- ✓ b) Aumento do número de áreas de disponibilização de informação.
- ✓ c) Aumento do número de métricas de avaliação do desempenho das equipas.

15 - Classifique o grau de sucesso obtido pelo processo produtivo da organização, no âmbito da implementação das práticas lean, relativo ao SISTEMA DE INFORMAÇÃO: *

| | Muito reduzido | Reduzido | Médio | Elevado | Muito elevado |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| a) Aumento da frequência da informação fornecida aos funcionários | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| b) Aumento do número de áreas de disponibilização de informação | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| c) Aumento do número de métricas de avaliação do desempenho das equipas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Figura 20 - Questão quinze do questionário, relativa ao sistema de informação

A secção atual culmina com a solicitação de apreciação dos benefícios de uma produção *lean* (Figura 21). Com isto, pretende-se aferir a relevância que os participantes atribuem, numa escala qualitativa entre “Nada relevante” e “Muito relevante”, aos seguintes benefícios:

- ✓ Melhoria da qualidade dos processos produtivos.
- ✓ Flexibilidade do sistema produtivo.
- ✓ Diminuição do tempo de produção de encomendas.
- ✓ Diminuição do custo unitário de produção.

16 - Segundo os estudos disponíveis, a implementação de um sistema de produção lean possui diversos benefícios, podendo estes ser divididos em 4 grandes componentes. Para cada uma delas, classifique o grau de relevância: *

| | Nada relevante | Pouco relevante | Medianamente relevante | Relevante | Muito relevante |
|--|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Melhoria da qualidade dos processos produtivos | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Flexibilidade do sistema produtivo | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Diminuição do tempo de produção de encomendas | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Diminuição do custo unitário de produção | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

VOLTAR PRÓXIMA

Figura 21 - Questão dezasseis do questionário, relativa aos benefícios de um sistema de produção *lean*

3.2.4 LEAN PRODUCT DEVELOPMENT

A secção referente ao *lean product development* é constituída por três questões, pretendendo-se um panorama geral da aplicação das práticas lean ao desenvolvimento de produtos. Neste sentido, as perguntas dezassete e dezoito incidem na aferição da existência ou não de colaboradores afetos a funções de desenvolvimento de produtos, e de um departamento independente de desenvolvimento, respetivamente. A questão dezanove concede ao participante a possibilidade de avaliar a importância que a organização concede a esta temática como prática *lean*, utilizando uma escala equilibrada de cinco categorias entre “Nada importante” e “Muito importante” (Figura 22).

Lean Product Development

O lean product development trata-se da aplicação das práticas lean à temática do desenvolvimento de produtos.

17 - A organização possui colaboradores com funções de desenvolvimento de produto(s)? *

☐ Sim

☐ Não

18 - A organização possui um departamento de desenvolvimento de produto(s) independente? *

☐ Sim

☐ Não

19 - Que grau de importância atribui à aplicação do pensamento lean no âmbito do desenvolvimento de produto(s), tendo em vista a competitividade da organização no seu mercado de atuação? *

☐ Nada importante

☐ Pouco importante

☐ Medianamente importante

☐ Importante

☐ Muito importante

Figura 22 - Secção de “Lean product development” do questionário

3.2.5 SECÇÃO FINAL DO QUESTIONÁRIO

Antes da submissão das respostas ao questionário, é dada a oportunidade ao participante de, embora de cariz facultativo, providenciar um endereço de correio eletrónico. Com isto, pretende-se que os participantes sejam recompensados com o envio dos resultados finais do estudo, permitindo também um espírito de partilha com todos os envolvidos no estudo (Figura 23).



Estudo da Implementação das Práticas Lean na Indústria Portuguesa

Para finalizar...

Caso pretenda receber o resultado final do estudo efetuado, por favor indique um endereço de correio eletrónico (email):

Sua resposta

Agradeço a sua disponibilidade para a participação no estudo. Muito Obrigado!

VOLTAR **ENVIAR**

Nunca envie senhas pelo Formulário Google.

Figura 23 - Secção final do questionário

ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA

4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA EXPLORATÓRIA

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

O presente capítulo tem por objetivo a análise aos dados obtidos na sequência do preenchimento do questionário pelas organizações.

O questionário esteve disponível para ser respondido durante o mês de setembro de 2018. O universo em estudo foi de 68830 organizações, pertencentes ao território de Portugal Continental, Madeira e Açores. Ao longo deste espaço temporal foram contactadas cerca de 600 organizações, tendo sido obtidas 31 respostas válidas. A margem de erro máximo associado à amostra é de 17,6%, com um nível de confiança de 95%.

Neste capítulo serão apresentadas duas abordagens de análise. Primeiramente, será realizada uma análise estatística descritiva com base nas respostas obtidas, seguindo-se uma análise estatística exploratória com recurso ao software IBM SPSS Statistics (Statistical Package for the Social Sciences).

4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA

A análise descritiva consistirá na apresentação dos resultados obtidos recorrendo à construção de tabelas, gráficos circulares e histogramas, permitindo uma visualização simples e abrangente do papel do pensamento *lean* no seio das organizações industriais portuguesas.

A análise seguirá a sequência de apresentação das questões no inquérito, divididas pelas secções do mesmo, a saber: caracterização da organização, *lean* na organização, *lean manufacturing* e *lean product development*, respetivamente.

4.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO

A secção de caracterização da organização encontra-se dividida em quatro questões. No entanto, a primeira delas não carece de análise, sendo apenas de carácter informativo e de gestão para o autor do estudo.

No que concerne à questão dois, a qual pretende enquadrar a origem do capital e a localização da sede da organização, verifica-se uma esmagadora maioria de empresas com capital nacional e sede em Portugal, ascendendo a um valor próximo dos 60% (Figura 24). Além disto, verifica-se a existência de quase um quarto das organizações com sede no estrangeiro e de capital maioritário externo, possuidoras de centro(s) produtivo(s) em Portugal. Com uma percentagem a não atingir os 20%, constata-se a existência de empresas nacionais capitalizadas por investidores externos a Portugal, podendo esta característica revelar um défice na capacidade de investimento por parte de entidades nacionais, ao mesmo tempo que se pode inferir uma boa capacidade de atração de investidores internacionais.

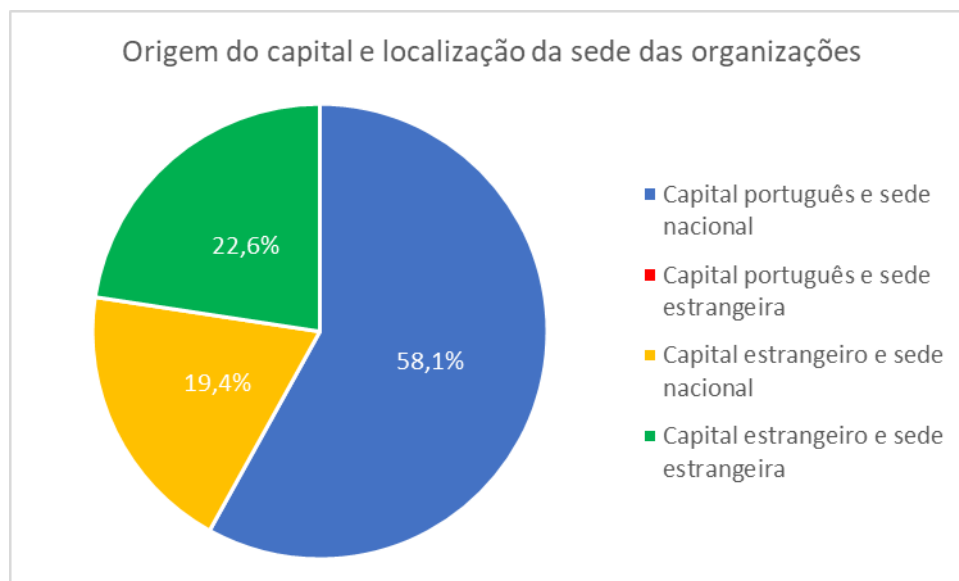


Figura 24 - Origem do capital e localização da sede das organizações

Com a questão três pretende-se analisar a distribuição das organizações participantes pelo seu código de classificação de atividade económica (CAE), permitindo assim entender o peso de cada um dos setores de atividade no estudo.

Para analisar esta questão é necessário recorrer à Classificação Portuguesa das Atividades Económicas, revisão 3 (CAE Rev.3), a qual enuncia as secções e as divisões respetivas (INE, 2007). No caso dos participantes no questionário, verifica-se que todos se enquadram nas secções A e C do CAE. Relativamente à secção A, encontra-se representada a divisão 03, que corresponde a Pesca e Aquacultura. No que concerne à secção C, as organizações participantes correspondem a diversas divisões, cada uma delas correspondente a um setor de atividade diferente, a saber:

- ✓ 10 - Indústrias alimentares e das bebidas.
- ✓ 15 - Indústria do couro e de produtos do couro.
- ✓ 16 - Indústrias da madeira e da cortiça e suas obras.
- ✓ 20 - Fabricação de produtos químicos e de fibras sintéticas ou artificiais.
- ✓ 23 - Fabricação de outros produtos minerais não metálicos.
- ✓ 24 - Indústrias metalúrgicas de base.
- ✓ 25 - Fabricação de produtos metálicos, exceto máquinas e equipamentos.
- ✓ 26 - Fabricação de equipamentos informáticos, equipamento para comunicações e produtos eletrónicos e óticos.
- ✓ 27 - Fabricação de equipamento elétrico.
- ✓ 28 - Fabricação de máquinas e de equipamentos.
- ✓ 29 - Fabricação de veículos automóveis, reboques, semi-reboques e componentes para veículos automóveis.
- ✓ 31 - Fabricação de mobiliário e de colchões.
- ✓ 32 - Outras indústrias transformadoras.

Da análise ao gráfico apresentado na Figura 25, constata-se um destaque por parte das organizações com códigos CAE iniciados em 20, 25, 27 e 29, correspondendo estes quatro a mais de metade do total de participantes.

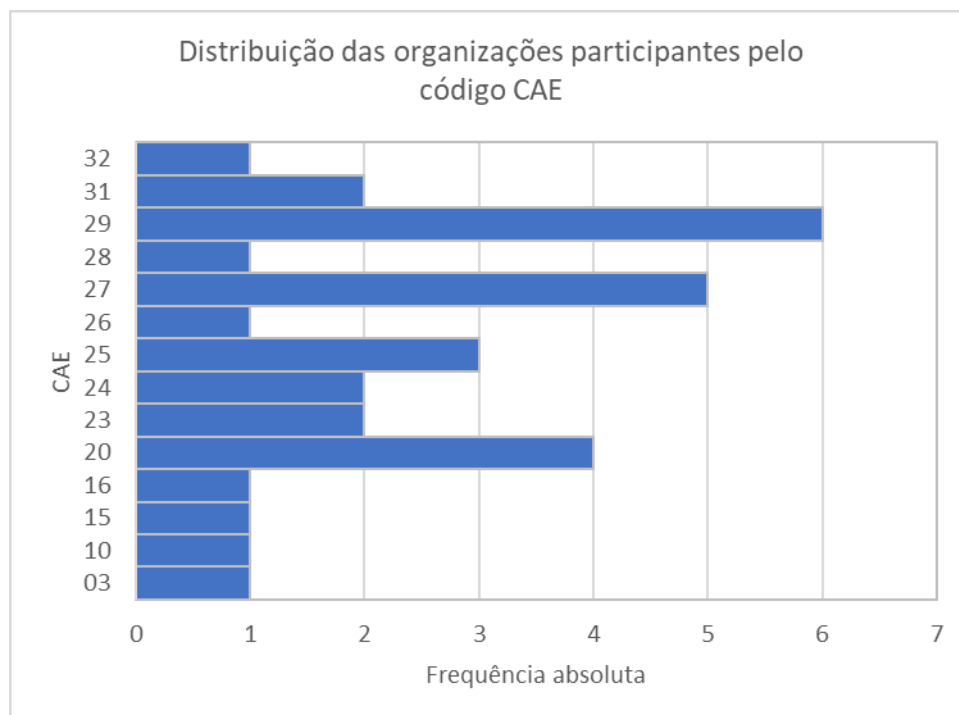


Figura 25 - Distribuição das organizações participantes pelo código CAE

Relativamente à questão quatro, o objetivo passa pelo enquadramento da organização em termos da dimensão dos seus recursos humanos, estando a divisão efetuada em cinco classes (Figura 26). Verifica-se que quase dois quintos (2/5) das organizações participantes possuem um número de colaboradores na classe entre cinquenta e um e duzentos e cinquenta, seguindo-se as empresas com mais de quinhentos funcionários, as quais se aproximam de 30% do total. No gráfico é igualmente perceptível que mais de 85% de organizações apresenta uma moldura humana superior a 50 funcionários.

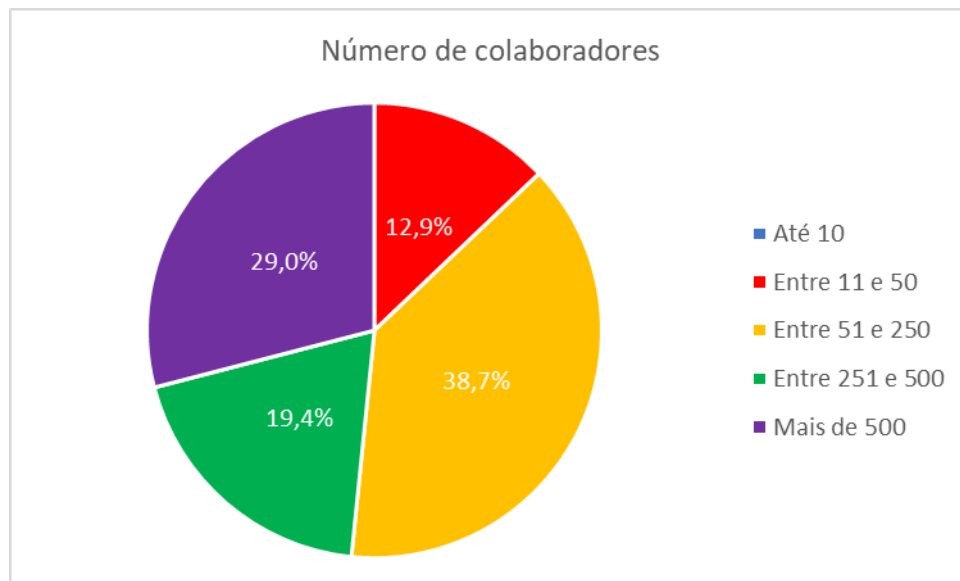
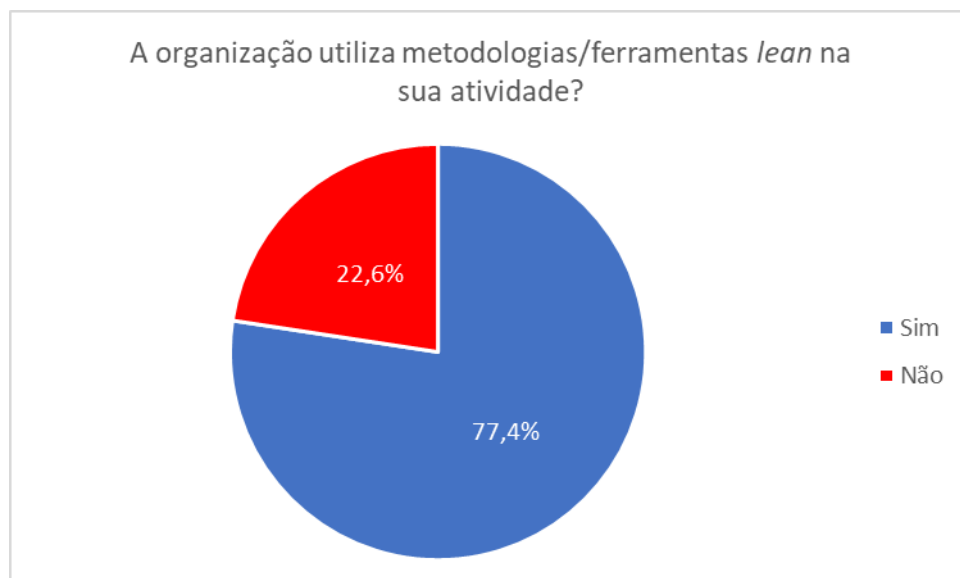


Figura 26 - Número de colaboradores das organizações

4.1.2 LEAN NA ORGANIZAÇÃO

A presente secção tem por objetivo perceber se as organizações utilizam ferramentas e metodologias *lean*. Neste sentido, a questão cinco funciona como uma questão ramal, na qual o participante segue um rumo distinto em função da resposta dada. A partir das respostas obtidas, verifica-se que mais de três quartos das organizações utilizam o *lean* no decorrer da sua atividade (Figura 27).

Figura 27 - Utilização de metodologias/ferramentas *lean* nas organizações

As organizações que responderam não utilizar o *lean* foram encaminhadas para a questão 5.2, a qual afere a(s) razão(ões) para a não implementação de práticas *lean* na sua atividade. Nesta situação encontram-se 7 dos inquiridos, tendo assinalado como causas as apresentadas na Tabela 20.

Tabela 20 - Razões para a não implementação *lean*

| RAZÕES PARA A NÃO IMPLEMENTAÇÃO <i>LEAN</i> | FREQUÊNCIA ABSOLUTA | FREQUÊNCIA RELATIVA |
|--|---------------------|---------------------|
| Os recursos humanos não possuem conhecimentos sobre <i>lean</i> | 4 | 57,1% |
| A gestão de topo não dá o apoio necessário à implementação dessas práticas | 0 | 0,0% |
| O benefício a obter com a implementação do <i>lean</i> não é relevante | 1 | 14,3% |
| Elevada resistência à mudança que impede a implementação do <i>lean</i> | 2 | 28,6% |
| Falta de tempo | 1 | 14,3% |
| Outras | 0 | 0,0% |

As organizações que responderam utilizar ferramentas *lean* na sua atividade (23 participantes) foram direcionadas para responder às questões 5.1 e 6. A questão 5.1 solicitava a enumeração das ferramentas que utilizam no seio da sua atividade, permitindo a seleção de tantas quantas o participante quisesse enumerar. A Tabela 21 mostra as frequências absoluta e relativa, seguida de um histograma ilustrativo dos resultados, apresentado na Figura 28.

Tabela 21 - Ferramentas *lean* utilizadas pelas organizações

| FERRAMENTAS <i>LEAN</i> | FREQUÊNCIA ABSOLUTA | FREQUÊNCIA RELATIVA |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| 5S | 23 | 95,8% |
| Gestão Visual | 19 | 79,2% |
| SMED | 17 | 70,8% |
| Trabalho Normalizado | 16 | 66,7% |
| FMEA | 16 | 66,7% |
| <i>Value Stream Mapping</i> | 11 | 45,8% |
| <i>Heijunka</i> | 7 | 29,2% |
| <i>Jidoka</i> | 7 | 29,2% |
| TPM | 3 | 12,5% |
| <i>Kanban</i> | 2 | 8,3% |

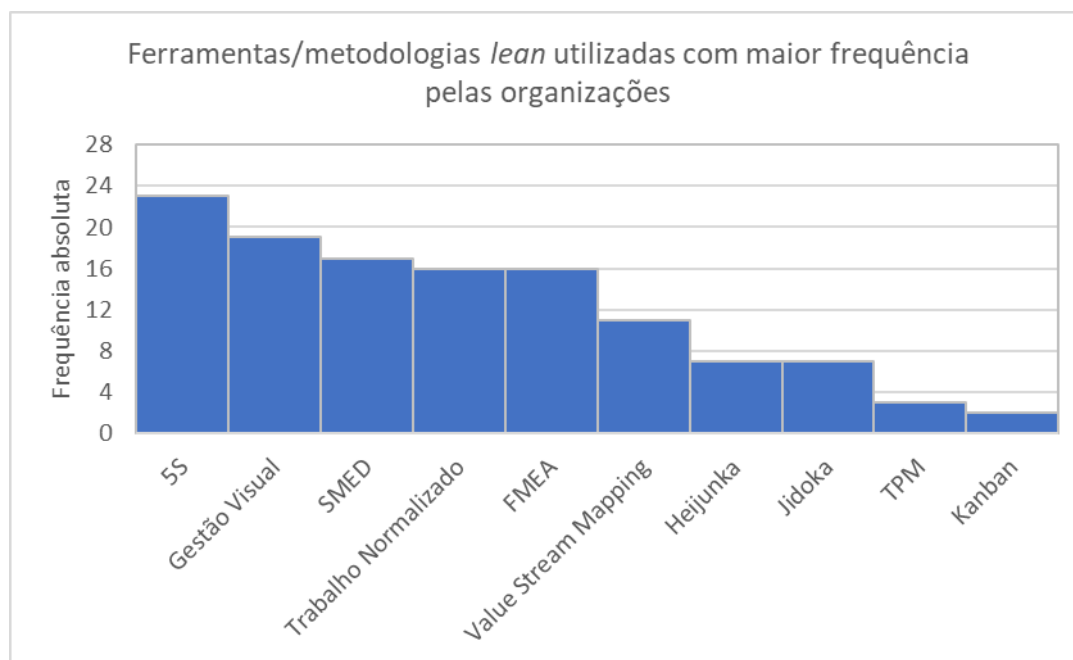


Figura 28 - Ferramentas/metodologias *lean* mais utilizadas pelas organizações

A partir da Tabela 21, e tendo em consideração apenas as ferramentas enunciadas no questionário, constata-se que:

- ✓ A quase totalidade das organizações utiliza a metodologia 5S no decorrer da sua atividade.
- ✓ Pelo menos dois terços (2/3) das empresas utilizam também ferramentas como a Gestão Visual, o SMED, o Trabalho Normalizado e o FMEA.
- ✓ A utilização do *Value Stream Mapping* resume-se a uma abrangência próxima da metade dos participantes.
- ✓ Apenas o *Heijunka* e o *Jidoka* não possuem uma aceitação muito alargada, não alcançando a sua utilização um terço das organizações.

Além das enunciadas no questionário, o participante detinha a possibilidade de enunciar outras ferramentas *lean*. Neste sentido, verifica-se um destaque das ferramentas TPM (*Total Productive Maintenance*) e *kanban*, com três e duas referências, respetivamente.

A questão seis pretende aferir a perceção dos participantes relativamente ao estado de maturação do seu sistema *lean*. A partir do gráfico presente na Figura 29, verifica-se que 45,8% considera possuir um sistema *lean* medianamente maturado. Além disso, a fração de organizações que avaliam o seu estado de maturação da implementação *lean* como “Elevado” ou “Muito elevado” ascende a um terço (1/3) dos elegíveis. Em sentido inverso, ainda existem mais de um quinto (1/5) das organizações que considera ser reduzido o estado de maturação da implementação *lean*, podendo

deduzir-se uma real oportunidade para aprofundamento de conhecimentos e implementação de práticas *lean* na indústria portuguesa.

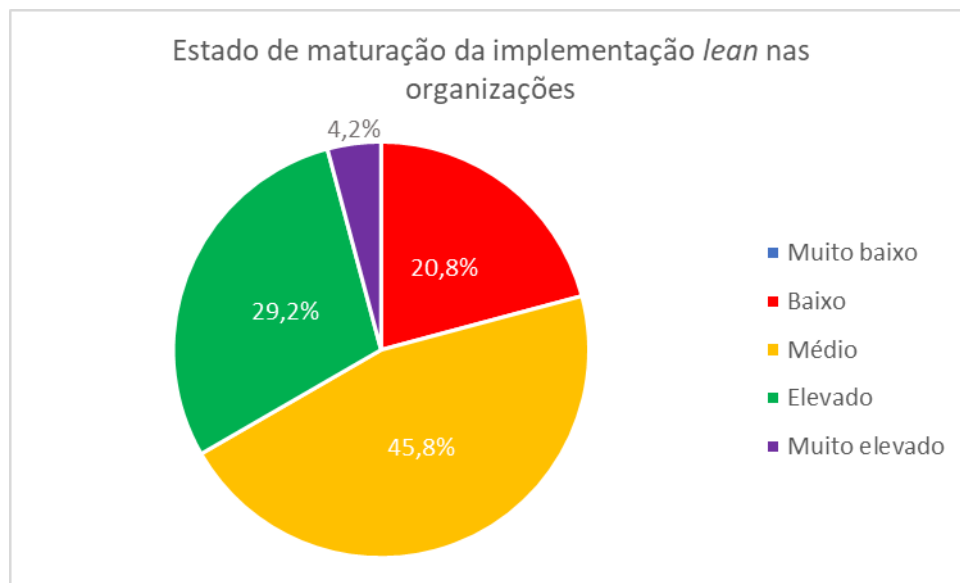


Figura 29 - Estado de maturação da implementação *lean* nas organizações

4.1.3 LEAN MANUFACTURING

A presente secção pretende avaliar o grau de sucesso que a implementação *lean* provoca na produção da organização.

A questão sete é composta por três afirmações, cujas respostas dos participantes se apresentam na forma de histograma, apreciável no gráfico da Figura 30. Com base no gráfico, é possível observar que:

- ✓ Para as alíneas a) e c), a moda dos resultados diz respeito à escala “Médio”; no caso da alínea b), a moda é partilhada pelas escalas “Médio” e “Elevado”.
- ✓ Verifica-se um significativo número de respostas para o lado direito da escala (grau de sucesso “Elevado”), evidenciando que o princípio da eliminação de desperdício tem gerado efeitos relativamente positivos no decorrer da atividade produtiva.
- ✓ Averigua-se que a característica com grau de sucesso mais positivo é a redução de tempos de *setup* (mercê dos resultados apresentados nos níveis da escala “Elevado” e “Muito elevado”), sendo coerente com as respostas à questão 5.1, em que surgem em destaque ferramentas como os 5S, a gestão visual e o SMED, todas elas benéficas à melhoria desta característica.
- ✓ Constata-se uma diminuta existência de resposta nos extremos da escala, sendo prenúncio de que, nem a implementação *lean* não resultou em benefícios nem o estado de maturação do mesmo não permite reduções muito significativas no desperdício.

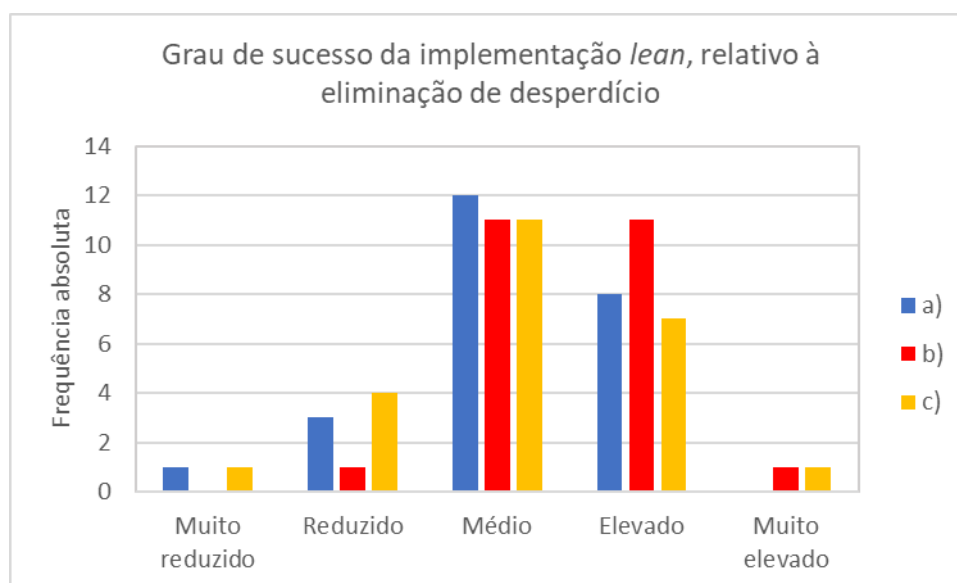


Figura 30 - Grau de sucesso da implementação *lean*, relativo à eliminação de desperdício

A partir da escala de Likert presente (de “Muito reduzido” a “Muito elevado”) pode ser efetuada uma transformação numa escala ordinal quantitativa, de 1 a 5. Assim sendo, passa a ser possível quantificar os resultados qualitativos decorrentes das respostas dos participantes, traduzidos pela média dos valores obtidos, conforme apresentado na Tabela 22.

Partindo dos valores apresentados na Tabela 22, constata-se que todas as características relativas à eliminação apresentam um grau médio de sucesso superior a mediano, tendo sido alcançados melhores resultados na redução dos tempos de *setup*, explanados também pelo inferior desvio padrão das respostas, correspondendo este a uma menor variabilidade das posições dos participantes.

Tabela 22 - Estatística descritiva das respostas em escala ordinal quantitativa, relativa à eliminação de desperdício

| | A) REDUÇÃO DO TRABALHO DE FABRICO EM CURSO | B) REDUÇÃO DOS TEMPOS DE <i>SETUP</i> | C) REDUÇÃO DA DISTÂNCIA PERCORRIDA PELO MATERIAL AO LONGO DO PROCESSO PRODUTIVO |
|------------------|--|---|--|
| MÉDIA | 3,13 | 3,50 | 3,13 |
| DESVIO PADRÃO | 0,78 | 0,65 | 0,88 |

No que concerne à questão oito, a qual aborda o princípio da melhoria contínua, é avaliada por meio de duas afirmações. A partir do gráfico da Figura 31, verifica-se que:

- ✓ A moda das respostas à afirmação presente na alínea a) corresponde ao grau de sucesso “Elevado”, ao invés da alínea b), em que a moda corresponde ao grau “Médio” de sucesso.
- ✓ A proporção de resposta de grau “Médio” é superior ao dobro para o caso da implementação das sugestões de melhoria apresentadas pelos funcionários, quando comparado com o aumento do número de sugestões propostas pelos mesmos
- ✓ No caso das respostas obtidas na escala “Elevado”, a proporção é semelhante à inversamente proporcional à registada nas respostas de escala “Médio”.
- ✓ Verifica-se um número relativamente significativo de organizações a avaliarem como inferior a “Médio” o grau de sucesso das características estudadas no âmbito do princípio da melhoria contínua.

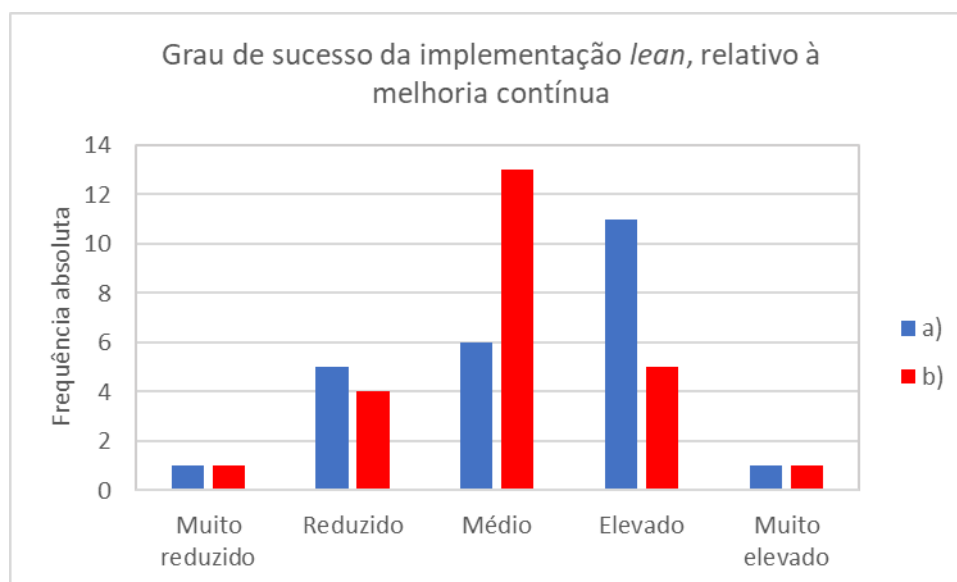


Figura 31 - Grau de sucesso da implementação *lean*, relativo à melhoria contínua

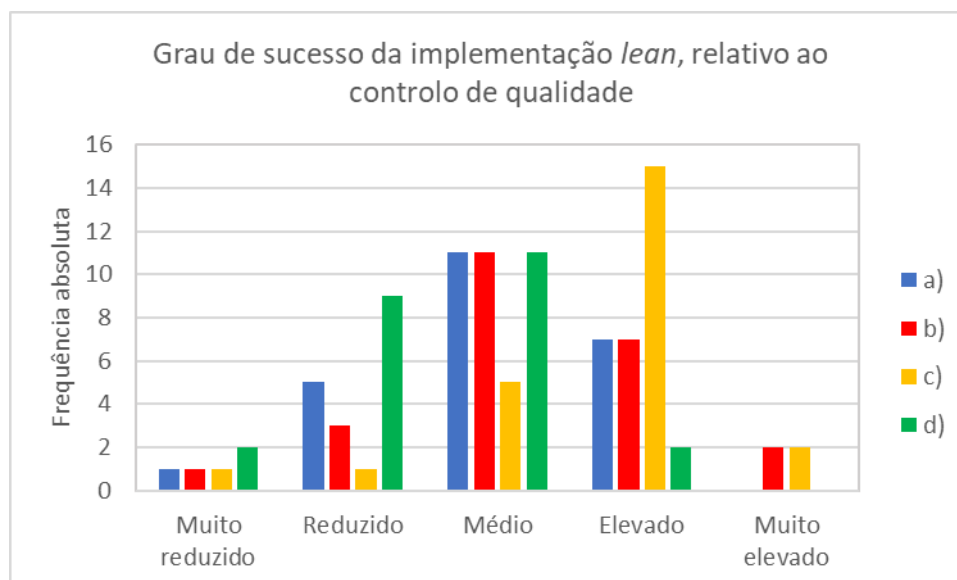
Efetuada a transformação da escala de Likert para a escala ordinal quantitativa, e calculando a média e o desvio padrão para cada uma das respostas às afirmações, atingem-se os resultados apresentados na Tabela 23. É possível afirmar que a média das respostas obtidas mostram resultados idênticos à moda dos resultados obtidos a cada uma das afirmações, apesar do desvio padrão das respostas à alínea a) ser relativamente superior ao da alínea b). Com base nisto, verifica-se a existência de uma considerável margem de progressão neste campo, podendo esta advir do incentivo ao lançamento de sugestões de melhoria por parte dos colaboradores, em especial daqueles cujas funções sejam mais próximas do *gemba*.

Tabela 23 - Estatística descritiva das respostas em escala ordinal quantitativa, relativa à melhoria contínua

| | A) AUMENTO NO NÚMERO DE SUGESTÕES POR PARTE DOS FUNCIONÁRIOS | B) AUMENTO DA PERCENTAGEM DE SUGESTÕES IMPLEMENTADAS |
|---------------|--|--|
| MÉDIA | 3,25 | 3,04 |
| DESVIO PADRÃO | 0,97 | 0,84 |

A questão nove, que aborda o princípio do controlo de qualidade, é composta por quatro afirmações, podendo-se efetuar as seguintes constatações a partir do gráfico da Figura 32:

- ✓ Apenas a característica enunciada pela alínea c) não apresenta a moda dos resultados na escala “Médio”, tendo-se obtido a mesma na escala “Elevado”.
- ✓ Mais de dois terços das organizações responderam ter conseguido um grau de sucesso “Elevado” ou “Muito elevado” no aumento da capacidade do processo para produzir produtos conformes, decorrente da implementação *lean*.
- ✓ Apenas duas das organizações participantes avaliaram num grau de sucesso superior a “Médio” quanto à redução do número de pessoas afetas ao controlo de qualidade.

Figura 32 - Grau de sucesso da implementação *lean*, relativo ao controlo de qualidade

Encontram-se presentes na Tabela 24 a média ordinal quantitativa relativa às respostas a cada uma das características do princípio do controlo de qualidade. Com isto, os resultados são muito positivos no que diz respeito à capacidade das organizações produzirem produtos conformes, podendo esta ser ajudada a explicar

pelos resultados positivos obtidos no incremento do número de controlos de processo. Em sentido inverso, destaca-se a aparente dificuldade em reduzir colaboradores afetos ao controlo de qualidade, podendo parte da explicação advir do resultado mediano apresentado pela característica afeta à automatização de controlo de defeitos.

Tabela 24 - Estatística descritiva das respostas em escala ordinal quantitativa, relativa ao controlo de qualidade

| | A) AUMENTO DA AUTOMATIZAÇÃO DO CONTROLO DE DEFEITOS | B) AUMENTO DO NÚMERO DE CONTROLOS DO PROCESSO | C) AUMENTO DA CAPACIDADE DO PROCESSO PARA PRODUZIR PRODUTOS CONFORMES | D) REDUÇÃO DO NÚMERO DE PESSOAS AFETAS AO CONTROLO DE QUALIDADE |
|---------------|---|---|---|---|
| MÉDIA | 3,00 | 3,25 | 3,67 | 2,54 |
| DESVIO PADRÃO | 0,82 | 0,92 | 0,85 | 0,76 |

A questão dez, relativa ao nível de produção *just in time*, encontra-se dividida em duas afirmações. Das respostas a estas, apresentadas na forma de histograma pelo gráfico da Figura 33, pode ser constatado que:

- ✓ A moda da resposta à característica enunciada pela redução do tempo de produção entre *setups* apresenta-se na escala “Médio”, ao invés da redução do tempo de realização de uma encomenda, a qual se encontra na escala “Elevado”.

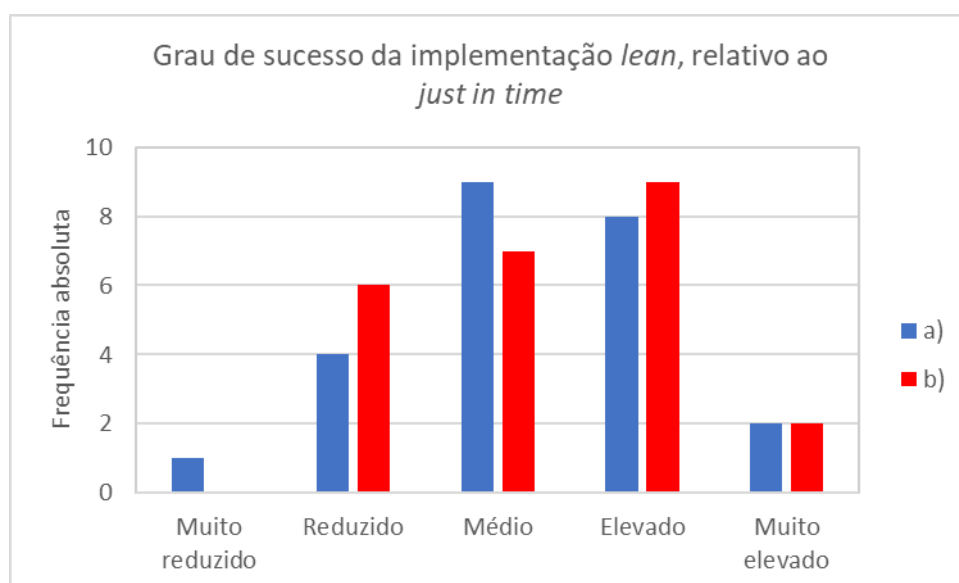


Figura 33 - Grau de sucesso da implementação *lean*, relativo ao *just in time*

A transformação dos níveis da escala de Likert em escala ordinal quantitativa permite o cálculo dos parâmetros descritivos das respostas obtidas, apresentadas na Tabela 25. Verifica-se um valor superior à média da escala ordinal para ambas as características, podendo inferir-se que:

- ✓ Existe um incremento na flexibilização do circuito produtivo, permitindo a realização de lotes de menor número sendo, em grande parte, possível pela redução dos tempos de *setup* (característica avaliada na alínea b) da questão sete).
- ✓ A implementação *lean* no seio do processo produtivo tem produzido efeitos benéficos nos tempos de realização de uma encomenda, podendo-se deduzir a capacidade em deter um nível de serviço ao cliente mais elevado.

Tabela 25 - Estatística descritiva das respostas em escala ordinal quantitativa, relativa ao *just in time*

| | A) REDUÇÃO DO TEMPO DE PRODUÇÃO ENTRE <i>SETUPS</i> | B) REDUÇÃO DO TEMPO NECESSÁRIO À REALIZAÇÃO DE UMA ENCOMENDA |
|---------------|---|--|
| MÉDIA | 3,25 | 3,29 |
| DESVIO PADRÃO | 0,97 | 0,93 |

No que diz respeito à questão onze, a qual aborda o princípio do sistema de produção *pull*, os resultados obtidos encontram-se sob a forma de histograma, presente na Figura 34. Com base nos resultados, verifica-se que:

- ✓ A moda dos resultados se encontra no nível “Médio” da escala, para ambas as características enunciadas pelas alíneas a) e b).
- ✓ A característica relativa ao planeamento dos pedidos em sistema de produção *pull* apresenta mais de 80% das avaliações no nível central da escala ou deslocadas para o lado positivo da mesma.
- ✓ Um terço (1/3) das organizações classificam como reduzido o incremento no número de etapas do processo produtivo a funcionar em regime *pull*.

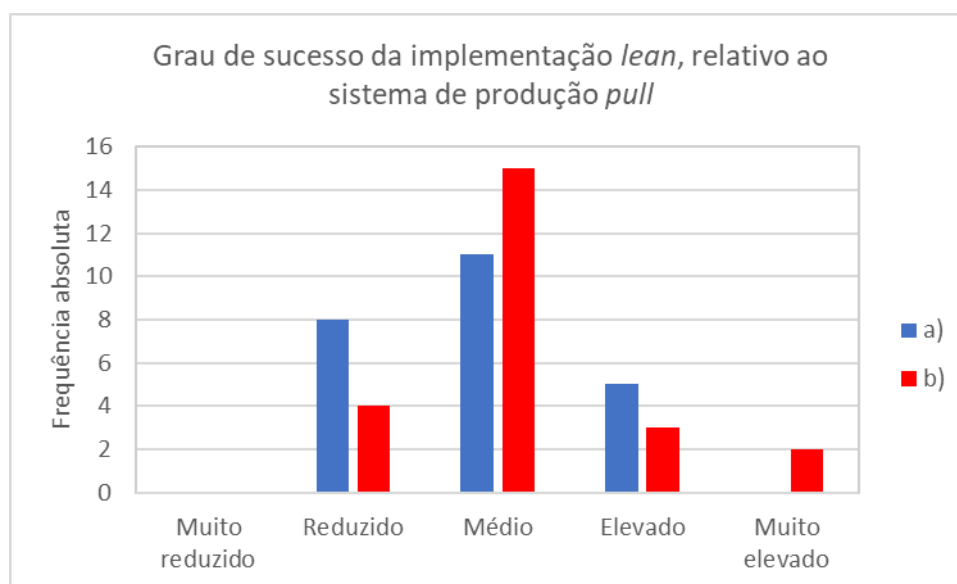


Figura 34 - Grau de sucesso da implementação *lean*, relativo ao sistema de produção *pull*

Observando os valores presentes na Tabela 26, os quais se referem à média e desvio padrão dos resultados obtidos pela transformação dos níveis da escala de Likert na escala ordinal quantitativa, verifica-se que o grau de sucesso deste princípio de produção é mediano. Apesar disso, destaca-se pela positiva o aumento dos pedidos planeados em regime *pull*, inferindo-se igualmente uma menor predisposição das organizações para o incremento do número de etapas do processo produtivo baseado neste regime.

Tabela 26 - Estatística descritiva das respostas em escala ordinal quantitativa, relativa ao sistema de produção *pull*

| | A) AUMENTO DO NÚMERO DE ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO EM FUNÇÃO DA PROCURA (REGIME <i>PULL</i>) | B) AUMENTO DOS PEDIDOS PLANEADOS EM SISTEMA <i>PULL</i> |
|---------------|---|---|
| MÉDIA | 2,88 | 3,13 |
| DESVIO PADRÃO | 0,73 | 0,78 |

No que concerne à questão doze, a qual corresponde à avaliação ao princípio do trabalho em equipa, pode verificar-se que (Figura 35):

- ✓ A moda das respostas às alíneas a) e c) encontram-se no nível “Médio” da escala, enquanto a das alíneas b) e d) no nível “Elevado”.
- ✓ Mais de metade dos inquiridos responderam que a implementação *lean* provocou um elevado sucesso quanto à quantidade de formação providenciada aos funcionários.

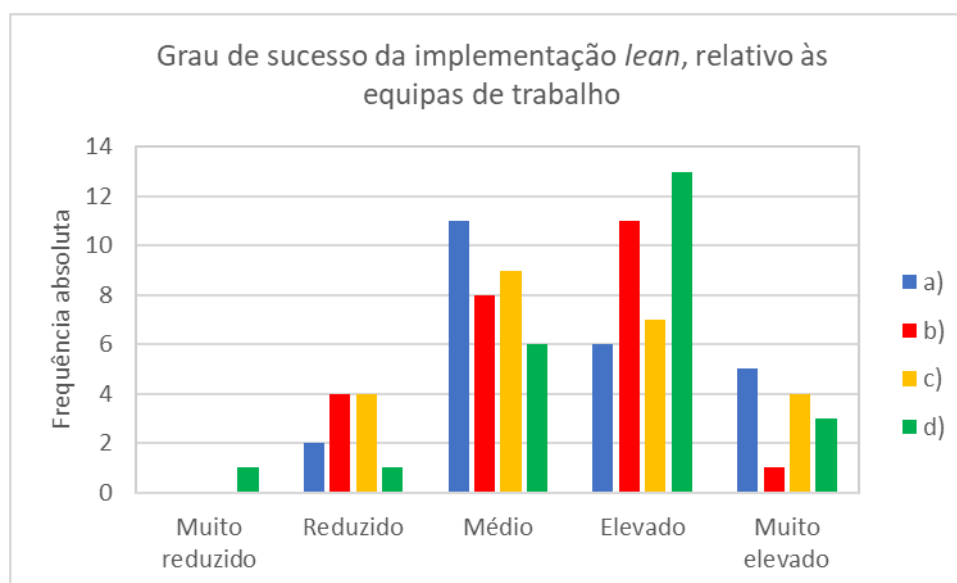


Figura 35 - Grau de sucesso da implementação *lean*, relativo às equipas de trabalho

A Tabela 27 apresenta os valores referentes à média e desvio padrão dos dados transformados em escala ordinal quantitativa. A partir desses, retira-se que todas as características apresentam uma média superior ao valor médio da escala ordinal, indicando que o princípio do trabalho em equipa tem sido alvo de aceitação generalizada por parte das organizações, promovendo-se assim a gestão do trabalho no seio de equipas como forma de atingir resultados mais benéficos.

Tabela 27 - Estatística descritiva das respostas em escala ordinal quantitativa, relativa às equipas de trabalho

| | A) AUMENTO DA PERCENTAGEM DE FUNCIONÁRIOS A TRABALHAR EM EQUIPA | B) AUMENTO DO NÚMERO DE TAREFAS REALIZADAS EM EQUIPA | C) AUMENTO DA ROTATIVIDADE DE TAREFAS NO SEIO DA EQUIPA | D) AUMENTO DA FORMAÇÃO PROVIDENCIADA AOS FUNCIONÁRIOS |
|---------------|---|--|---|---|
| MÉDIA | 3,58 | 3,38 | 3,46 | 3,67 |
| DESVIO PADRÃO | 0,91 | 0,81 | 0,96 | 0,90 |

A questão treze avalia o grau de sucesso da implementação *lean*, no que concerne à descentralização de responsabilidades. A partir do gráfico presente na Figura 36, constata-se que:

- ✓ Para todas as características avaliadas, ocorre a predominância de respostas com o nível “Reduzido” e “Médio”.

- ✓ A moda referente às alíneas a) e c) encontra-se no nível “Médio” da escala; no entanto, a moda quanto ao número de funcionários que têm assumido funções de liderança é avaliada como reduzida.
- ✓ Próximo de metade dos inquiridos avaliou como “Reduzido” ou “Muito Reduzido” o grau de sucesso que a implementação *lean* produziu na redução do número de níveis hierárquicos da estrutura organizacional.

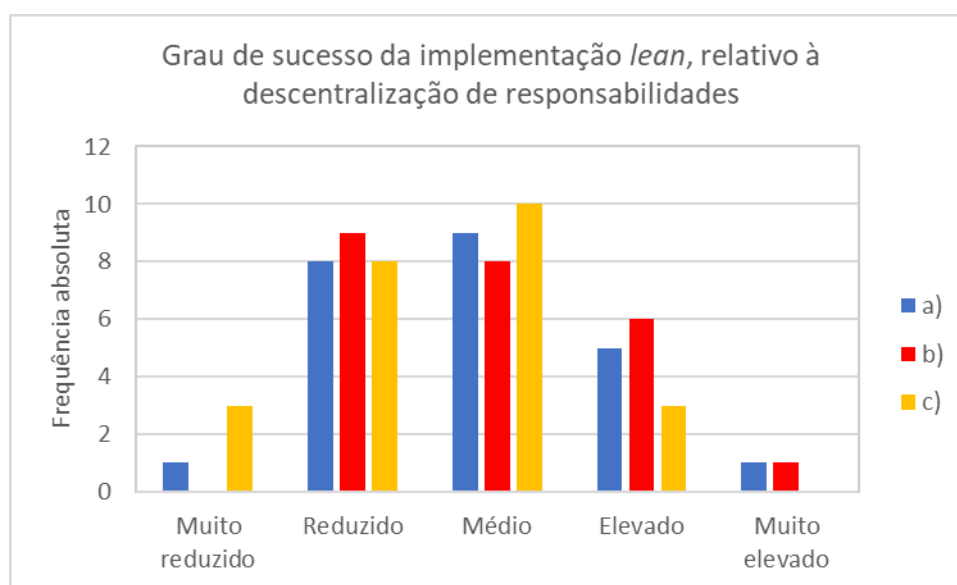


Figura 36 - Grau de sucesso da implementação *lean*, relativo à descentralização de responsabilidades

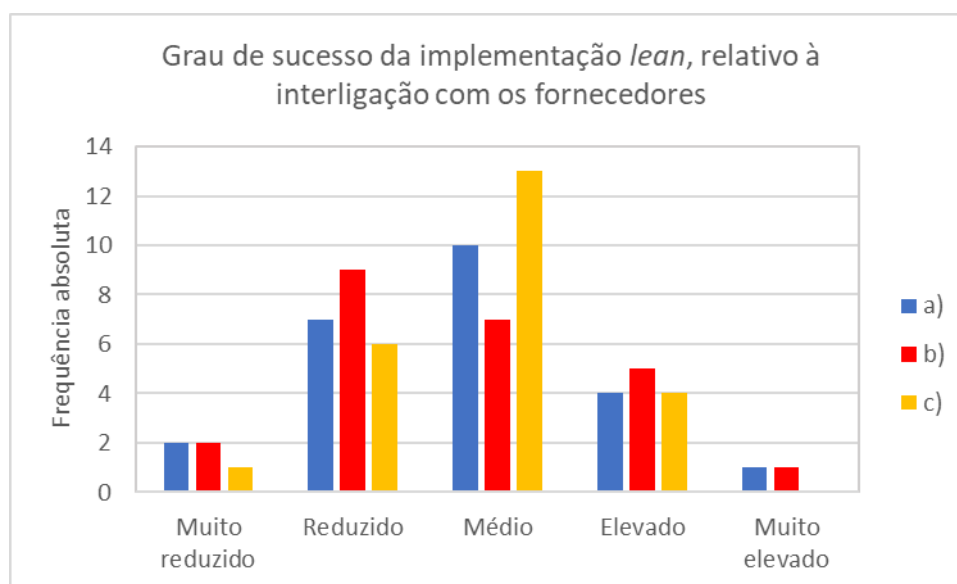
Analisando os valores da estatística descritiva calculados, presentes na Tabela 28, observa-se que as três características em estudo, referentes à descentralização de responsabilidades no seio da organização, apresentam valores inferiores ao valor mediano da escala ordinal, podendo inferir-se este ser um princípio com menor aceitação e/ou maior dificuldade em colocação em prática por parte das organizações. Destaca-se pela negativa o resultado obtido pelo parâmetro relativo ao número de níveis hierárquicos, podendo uma justificação resultar de uma excessiva verticalização do tecido empresarial nacional.

Tabela 28 - Estatística descritiva das respostas em escala ordinal quantitativa, relativa à descentralização de responsabilidades

| | A) AUMENTO DA PERCENTAGEM DE FUNCIONÁRIOS APTOS A ASSUMIR A LIDERANÇA DA EQUIPA | B) AUMENTO DA PERCENTAGEM DE FUNCIONÁRIOS QUE TÊM ASSUMIDO A LIDERANÇA DA EQUIPA | C) REDUÇÃO DO NÚMERO DE NÍVEIS HIERÁRQUICOS NA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL |
|---------------|---|--|---|
| MÉDIA | 2,88 | 2,96 | 2,54 |
| DESVIO PADRÃO | 0,93 | 0,89 | 0,87 |

A questão catorze avalia o grau de sucesso da implementação *lean* relativamente ao princípio da interligação com os fornecedores. Com base no gráfico da Figura 37, verifica-se que:

- ✓ Para os casos das características enunciadas pelas alíneas a) e c), a moda afirma-se no nível “Médio” da escala, enquanto que a enunciada pela alínea b) se encontra no nível “Reduzido” da escala.
- ✓ Apenas um quarto (1/4) dos participantes avaliam como “Elevado” ou “Muito elevado” o sucesso correspondente ao aumento na frequência de visitas aos fornecedores; nos restantes casos, o resultado é ainda mais dececionante.

Figura 37 - Grau de sucesso da implementação *lean*, relativo à interligação com os fornecedores

A transformação dos níveis da escala de Likert em escala ordinal quantitativa permite o cálculo dos parâmetros descritivos das respostas obtidas, apresentadas na Tabela 29. Constata-se que todas as características em análise apresentam uma média inferior ao

mediano, indiciando uma débil sinergia entre os fornecedores e clientes. No caso da alínea c), verifica-se ser a característica a apresentar a média mais elevada concomitantemente com uma variabilidade de respostas menor, mostrada pelo valor do desvio padrão.

Tabela 29 - Estatística descritiva das respostas em escala ordinal quantitativa, relativa à interligação com os fornecedores

| | A) AUMENTO DA FREQUÊNCIA DA VISITA DE TÉCNICOS AFETOS AOS FORNECEDORES | B) AUMENTO NA FREQUÊNCIA DE VISITAS AOS FORNECEDORES | C) INCREMENTO DA DURAÇÃO MÉDIA DE CONTRATO COM OS FORNECEDORES |
|------------------|---|---|---|
| MÉDIA | 2,79 | 2,75 | 2,83 |
| DESVIO PADRÃO | 0,96 | 1,01 | 0,75 |

A questão quinze pretende avaliar o grau de sucesso que a implementação *lean* gerou no sistema de informação da organização, estando os resultados enunciados no histograma da Figura 38. A partir dos resultados, pode retirar-se que:

- ✓ A moda da frequência de informação fornecida aos funcionários encontra-se no nível da escala “Elevado”.
- ✓ O aumento do número de áreas de disponibilização de informação apresenta a moda no nível “Médio” da escala.
- ✓ O aumento do número de métricas de avaliação do desempenho das equipas é bimodal, encontrando-se em igual frequência nos níveis “Médio” e “Elevado”.
- ✓ Todas as características apresentam a quase totalidade das avaliação no nível “Médio” da escala, ou desviada para os níveis positivos da escala de Likert.

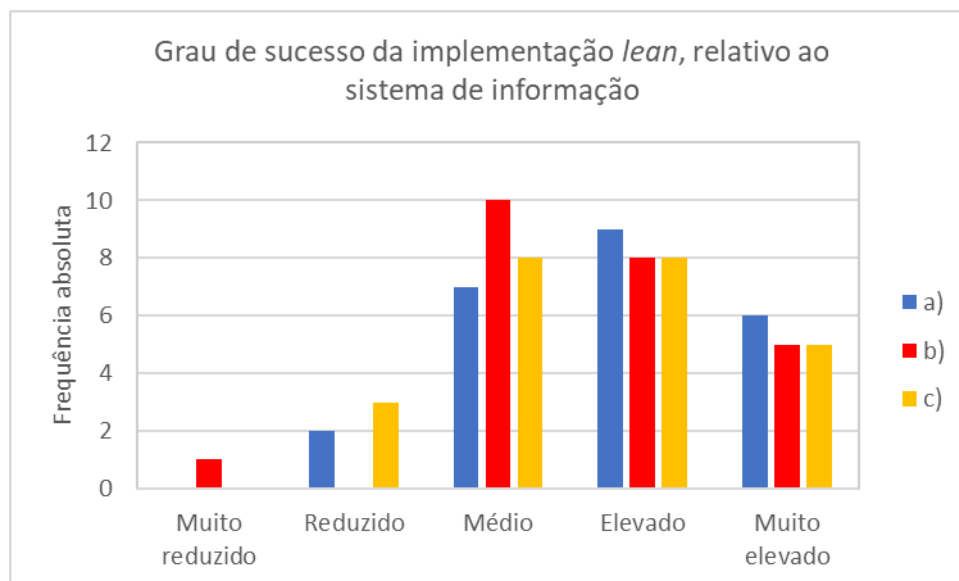


Figura 38 - Grau de sucesso da implementação *lean*, relativo ao sistema de informação

Analisando os valores da estatística descritiva, apresentados na Tabela 30, verifica-se que todas as características apresentam uma média elevada, inferindo-se uma preocupação das organizações em possuir políticas de transmissão da informação no seio da organização, assim como de formas de análise e avaliação do desempenho das equipas.

Tabela 30 - Estatística descritiva das respostas em escala ordinal quantitativa, relativa ao sistema de informação

| | A) AUMENTO DA FREQUÊNCIA DA INFORMAÇÃO FORNECIDA AOS FUNCIONÁRIOS | B) AUMENTO DO NÚMERO DE ÁREAS DE DISPONIBILIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO | C) AUMENTO DO NÚMERO DE MÉTRICAS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS EQUIPAS |
|------------------|---|---|---|
| MÉDIA | 3,79 | 3,67 | 3,63 |
| DESVIO PADRÃO | 0,91 | 0,94 | 0,95 |

A questão dezasseis finaliza a avaliação efetuada relativa ao *lean manufacturing*, culminando com a avaliação da relevância atribuída a cada um dos quatro grandes benefícios decorrentes da aplicação de práticas *lean* ao sistema produtivo de uma organização. A partir do histograma da Figura 39, constata-se que:

- ✓ Todos os benefícios invocados no questionário apresentam a grande maioria das avaliações de relevância nos níveis “Relevante” ou “Muito relevante”.
- ✓ A melhoria da qualidade dos processos e a flexibilização do sistema produtivo apresentam a moda no nível da escala “Relevante”; a diminuição do tempo de

produção de encomendas e a diminuição do custo unitário de produção são parâmetros com moda no nível da escala “Muito relevante”.

- ✓ As duas características com moda “Muito relevante” são as mesmas que apresentam um número considerável igualmente no nível intermédio da escala.

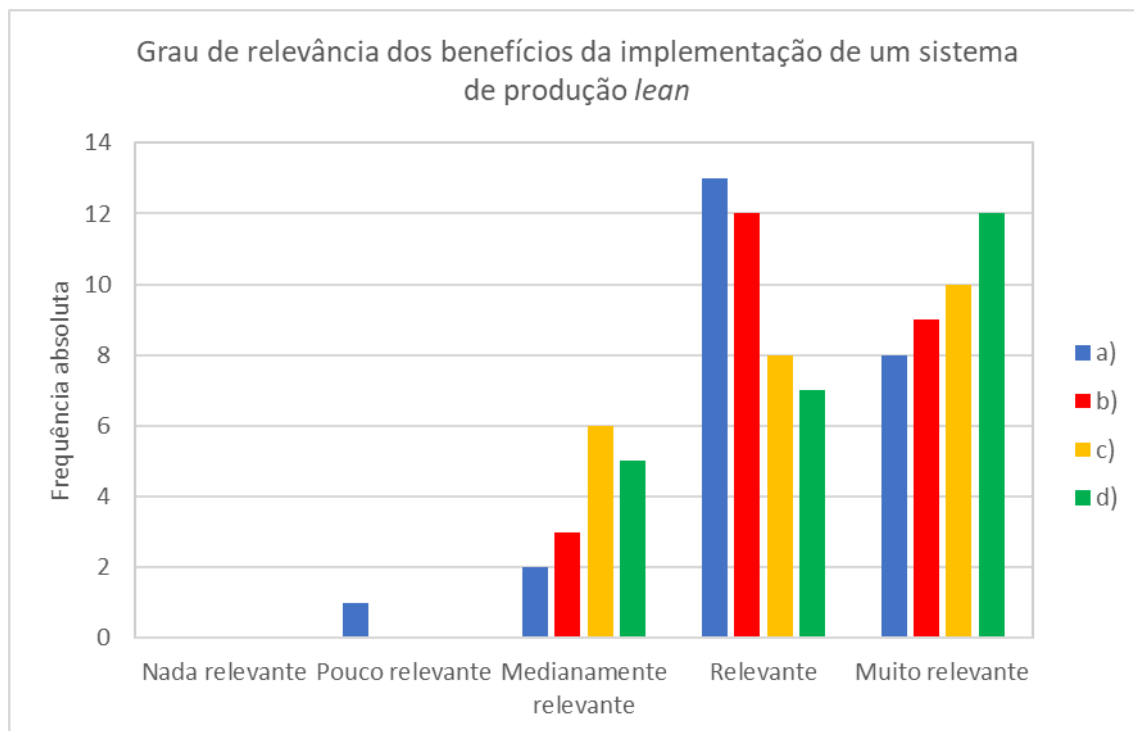


Figura 39 - Grau de relevância dos benefícios da implementação de um sistema de produção *lean*

A transformação dos níveis da escala de Likert em escala quantitativa permite o cálculo dos parâmetros descritivos das respostas obtidas, apresentadas na Tabela 31. Verifica-se que a generalidade dos participantes consideram pertinentes e relevantes os benefícios enunciados no questionários, decorrentes de estudos anteriores efetuados. Destaca-se como o benefício mais relevante a flexibilidade do sistema produtivo, evidenciado sobretudo pelo desvio padrão menor.

Tabela 31 - Estatística descritiva das respostas em escala ordinal quantitativa, relativa aos benefícios da implementação de um sistema de produção *lean*

| | A) MELHORIA DA QUALIDADE DOS PROCESSOS PRODUTIVOS | B) FLEXIBILIDADE DO SISTEMA PRODUTIVO | C) DIMINUIÇÃO DO TEMPO DE PRODUÇÃO DE ENCOMENDAS | D) DIMINUIÇÃO DO CUSTO UNITÁRIO DE PRODUÇÃO |
|---------------|---|---------------------------------------|--|---|
| MÉDIA | 4,17 | 4,25 | 4,17 | 4,29 |
| DESVIO PADRÃO | 0,75 | 0,66 | 0,80 | 0,79 |

Após todas as características de *lean manufacturing* estarem estatisticamente descritas, é possível efetuar um quadro resumo com a estatística descritiva para cada um dos princípios estudados. A Tabela 32 apresenta a média e o desvio padrão referentes a cada um dos nove princípios avaliados entre as questões sete e quinze do questionário.

Tabela 32 - Estatística descritiva das respostas em escala ordinal quantitativa, relativa a cada um dos princípios *lean manufacturing*

| PRINCÍPIO LEAN MANUFACTURING | MÉDIA | DESVIO PADRÃO |
|---------------------------------------|-------|---------------|
| ELIMINAÇÃO DE DESPERDÍCIO | 3,25 | 0,60 |
| MELHORIA CONTÍNUA | 3,15 | 0,81 |
| CONTROLO DE QUALIDADE | 3,11 | 0,62 |
| <i>JUST IN TIME</i> | 3,27 | 0,84 |
| SISTEMA DE PRODUÇÃO <i>PULL</i> | 3,00 | 0,63 |
| EQUIPAS DE TRABALHO | 3,52 | 0,70 |
| DESCENTRALIZAÇÃO DE RESPONSABILIDADES | 2,79 | 0,74 |
| INTERLIGAÇÃO COM OS FORNECEDORES | 2,79 | 0,80 |
| SISTEMA DE INFORMAÇÃO | 3,69 | 0,80 |

A partir dos resultados apresentados na tabela acima, pode retirar-se as seguintes ilações:

- ✓ O princípio do sistema de informação é o que apresenta um grau de sucesso mais elevado, mercê do incremento da frequência da informação disponibilizada, assim como do número de locais em que a informação se encontra disponibilizada.
- ✓ Os resultados positivos nos campos do trabalho em equipa, do *just in time* e da eliminação de desperdício, em grande parte explicados pelo incremento na formação providenciada aos funcionários, na redução do tempo de produção de uma encomenda, e da redução dos tempos de *setup*, respetivamente.
- ✓ Os resultados negativos alcançados nas temáticas relativas à descentralização de responsabilidades e à interligação com os fornecedores; no caso da descentralização de responsabilidades, infere-se a dificuldade em decrementar o número de níveis dos organogramas das organizações; relativamente à interligação com os fornecedores, as três características que compõem o princípio apresentam valores inferiores ao valor mediano, inferindo-se uma possível dificuldade na cooperação fornecedor-cliente.

4.1.4 LEAN PRODUCT DEVELOPMENT

A secção denominada “*lean product development*” pretende aferir a adaptação do tecido industrial português à temática do desenvolvimento de produtos, tendo por base uma filosofia *lean*.

A questão 17 diz respeito a saber se a organização possui colaboradores a desempenhar funções de desenvolvimento de produtos. Conforme ilustrado pelo gráfico da Figura 40, verifica-se um resultado positivo para mais de três quartos dos participantes no estudo.

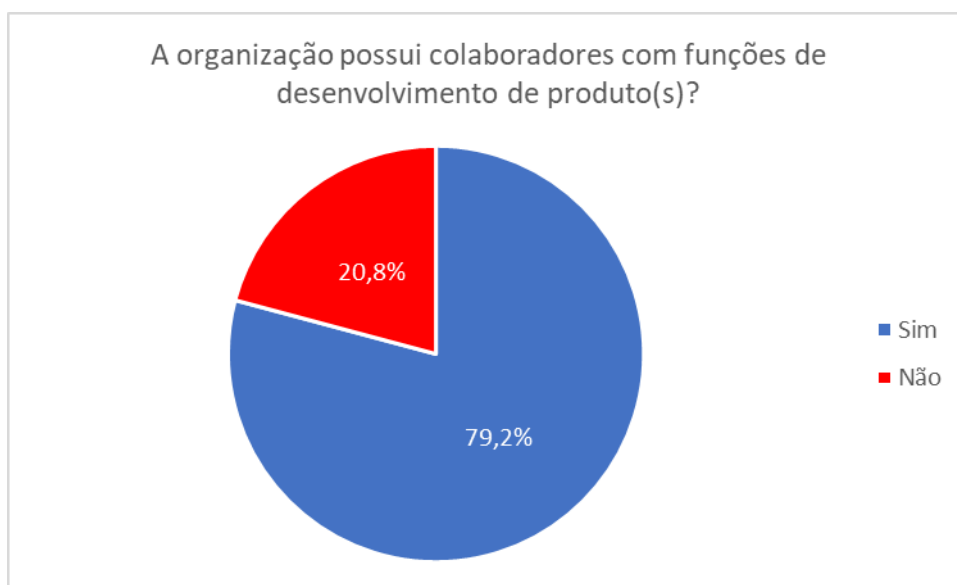


Figura 40 - Organizações detentoras de colaboradores a exercer funções de desenvolvimento de produto

No que diz respeito à pergunta 18, verifica-se que nem todas elas possuem um departamento exclusivamente afeto ao desenvolvimento de produtos. Neste caso, a percentagem de respostas positivas baixa para pouco mais de cinquenta pontos percentuais (Figura 41).



Figura 41 - Organizações detentoras de departamento de desenvolvimento de produto

A atual secção termina com a questão 19, em que o participante atribui um grau de importância à aplicação do pensamento *lean* no âmbito do desenvolvimento de produtos, tendo como perspetiva a competitividade da organização no seu mercado de atuação. Neste caso, mais de 87% considera ser “Importante” ou “Muito importante” a introdução do *lean product development* na atividade empresarial (Figura 42).

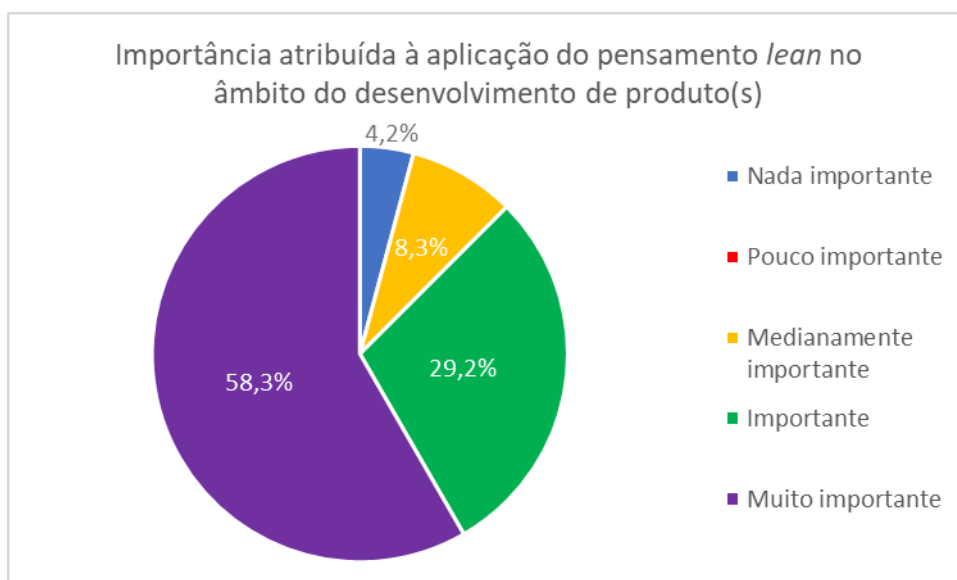


Figura 42 - Importância atribuída pelas organizações à aplicação do pensamento lean no âmbito de desenvolvimento de produto

4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA EXPLORATÓRIA

Após a análise estatística descritiva das diversas questões que compõe o questionário, foi possível efetuar testes estatísticos que permitem aprofundar o conhecimento acerca das práticas *lean* na indústria portuguesa.

A análise estatística exploratória foi realizada recorrendo ao software IBM SPSS *Statistics*, versão 25.

4.2.1 ANÁLISE ALFA DE CRONBACH

A vertente mais aprofundada no estudo refere-se à secção de *lean manufacturing*, em que, a partir dos dois modelos explanados no capítulo de revisão bibliográfica, foram analisados os princípios enunciados nos mesmos, e definidas as características a avaliar para cada um deles.

Assim sendo, o primeiro teste a efetuar é o teste do alfa de Cronbach. Este teste estima a consistência interna a partir das variâncias dos itens e dos totais do teste por sujeito. Na prática, avalia quão uniformemente cada item contribui para a soma não ponderada do instrumento, variando numa escala de 0 a 1, podendo ser interpretado como coeficiente médio de todas as estimativas de consistência interna que se obteriam se todas as divisões possíveis da escala fossem feitas (Cronbach, 1951; Maroco & Garcia-Marques, 2006).

Para efetuar o teste no software SPSS, foram utilizadas as respostas a todas as alíneas correspondentes às questões sete a quinze, transformadas em escala ordinal quantitativa de 1 a 5.

Assim sendo, o valor obtido para as 26 características avaliadas pelos 24 inquiridos cifra-se em 0,914.

| Resumo de processamento do caso | | | |
|--|------------------------|------------------|------------|
| | | N | % |
| Casos | Válido | 24 | 100,0 |
| | Excluídos ^a | 0 | ,0 |
| | Total | 24 | 100,0 |
| a. Exclusão de lista com base em todas as variáveis do procedimento. | | | |
| Estatísticas de confiabilidade | | | |
| | | Alfa de Cronbach | N de itens |
| | | ,914 | 26 |

Figura 43 - Resultado do alfa de Cronbach apresentado pelo software

A partir do valor obtido (Figura 43), e verificando a Tabela 33, constata-se que a consistência interna das respostas respetivas apresenta um nível excelente.

Tabela 33 - Critério de consistência interna para o alfa de Cronbach [adaptado de (George & Mallery, 2003)]

| VALOR DE ALFA | CONSISTÊNCIA INTERNA |
|-----------------|----------------------|
| Superior a 0,90 | Excelente |
| Entre 0,8 e 0,9 | Bom |
| Entre 0,7 e 0,8 | Aceitável |
| Entre 0,6 e 0,7 | Questionável |
| Entre 0,5 e 0,6 | Pobre |
| Inferior a 0,5 | Inaceitável |

4.2.2 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS

A análise de componentes principais consiste numa técnica de análise multivariada que analisa inter-relações entre variáveis, por forma a explicá-las em termos das suas dimensões ou componentes. O objetivo passa por selecionar os componentes que explicam a maior parte da variação total, procedendo à redução da dimensão dos dados, e evitando perdas de informação (Pereira, 2008).

Primeiramente, é necessário proceder-se à validação dos dados recolhidos através da aplicação dos testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e de esfericidade de Bartlett (Figura 44).

| Teste de KMO e Bartlett | | |
|---|---------------------|--------|
| Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem. | | ,671 |
| Teste de esfericidade de Bartlett | Aprox. Qui-quadrado | 89,109 |
| | gl | 36 |
| | Sig. | ,000 |

Figura 44 - Resultados dos testes de KMO e de esfericidade de Bartlett, apresentados pelo *software*

A análise ao índice de Kaiser-Meyer-Olkin indica um valor de 0,671. Com base na Tabela 34, verifica-se ser razoável a aplicação de uma análise de componentes principais.

No que diz respeito ao teste de esfericidade de Bartlett, deve ser rejeitada a hipótese nula, a qual afirma não haver correlação entre as variáveis iniciais (Pereira, 2008). Neste caso, verifica-se um valor de aproximação ao qui-quadrado de 89,109, com 36 graus de liberdade e com uma significância inferior a 0,001. Visto que o teste é realizado para um nível de significância de 0,05, constata-se a rejeição da hipótese nula.

Tabela 34 - Critério de validação do teste de KMO (Pereira, 2008)

| ÍNDICE KMO | ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS |
|-------------|-----------------------------------|
| > 0,90 | Muito boa |
| 0,80 – 0,90 | Boa |
| 0,70 – 0,80 | Média |
| 0,60 – 0,70 | Razoável |
| 0,50 – 0,60 | Má |
| < 0,50 | Inaceitável |

A realização da análise de componentes principais no software IBM SPSS resulta na apresenta das tabelas de variância total explicada e matriz de componente.

A variância total explicada apresenta os valores próprios (ou autovalores) para cada componente e a variância respetiva. O somatório dos autovalores não pode exceder o número de componentes, neste caso nove. Do lado direito da Figura 45 surgem apenas os resultados das componentes a incluir na análise de componentes principais, sendo neste caso três, e responsáveis pela explicação de 72,4% da variância total das variáveis originais.

| Variância total explicada | | | | | | |
|---------------------------|----------------------|----------------|--------------|--|----------------|--------------|
| Componente | Autovalores iniciais | | | Somadas de extração de carregamentos ao quadrado | | |
| | Total | % de variância | % cumulativa | Total | % de variância | % cumulativa |
| 1 | 4,061 | 45,123 | 45,123 | 4,061 | 45,123 | 45,123 |
| 2 | 1,362 | 15,135 | 60,258 | 1,362 | 15,135 | 60,258 |
| 3 | 1,096 | 12,176 | 72,433 | 1,096 | 12,176 | 72,433 |
| 4 | ,807 | 8,961 | 81,395 | | | |
| 5 | ,562 | 6,246 | 87,641 | | | |
| 6 | ,482 | 5,352 | 92,992 | | | |
| 7 | ,287 | 3,189 | 96,181 | | | |
| 8 | ,238 | 2,642 | 98,823 | | | |
| 9 | ,106 | 1,177 | 100,000 | | | |

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Figura 45 - Resultados da análise fatorial, apresentados pelo *software*

A inclusão do número de componentes pode ser efetuar através de um dos seguintes critérios (Pereira, 2008):

- ✓ Com base nos valores próprios, devendo reter as componentes com autovalor igual ou superior a 1.
- ✓ Com base na percentagem da variância, devendo as componentes aceites explicar mais de 70% da variância.
- ✓ Com base no gráfico de declive (neste caso presente na Figura 46), devendo aceitar as componentes com declives mais acentuados.

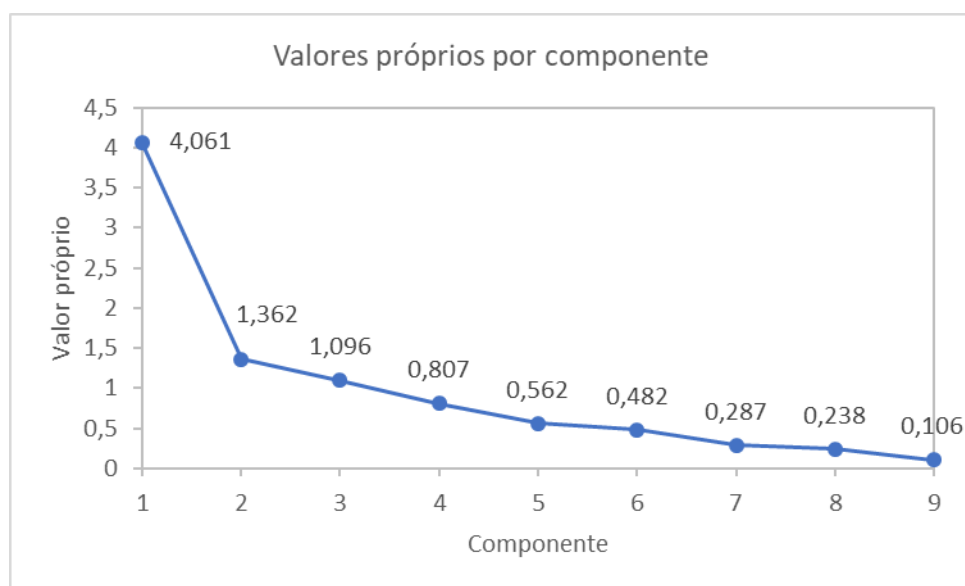


Figura 46 - Gráfico de declive dos valores próprios por componente

O teste apresenta igualmente a matriz de componente (Figura 47), em que relaciona cada uma das componentes incluídas com cada um dos nove princípios de *lean manufacturing* avaliados (questões sete a quinze do questionário).

Matriz de componente^a

| | Componente | | |
|------------|------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Princípio1 | ,723 | ,066 | ,201 |
| Princípio2 | ,571 | ,589 | -,344 |
| Princípio3 | ,813 | ,098 | -,063 |
| Princípio4 | ,811 | -,248 | -,302 |
| Princípio5 | ,410 | -,088 | ,833 |
| Princípio6 | ,695 | -,490 | -,195 |
| Princípio7 | ,778 | -,514 | -,013 |
| Princípio8 | ,602 | ,412 | ,321 |
| Princípio9 | ,524 | ,507 | -,080 |

Método de Extração: análise de Componente Principal.

a. 3 componentes extraídos.

Figura 47 - Matriz das três componentes principais

A associação de cada princípio a uma componente é efetuada quando a carga do componente é superior a 0,5 em valor absoluto (Maroco, 2010). Neste caso, verifica-se que a maior parte dos princípios de encontram relacionados com a componente 1, não permitindo retirar conclusões significativas.

Neste sentido, é aplicada uma rotação, transformando os coeficientes das componentes principais numa estrutura simplificada e otimizada. O objetivo da rotação consiste na divisão do conjunto inicial de variáveis em subconjuntos, alcançando o maior grau de independência possível. Visto isto, na Figura 48 surge a matriz de componente rotativa, seguida do gráfico de componente no espaço rodado (Figura 49).

Matriz de componente rotativa^a

| | Componente | | |
|------------|------------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Princípio1 | ,419 | ,405 | ,477 |
| Princípio2 | ,149 | ,874 | -,072 |
| Princípio3 | ,544 | ,552 | ,272 |
| Princípio4 | ,831 | ,344 | ,046 |
| Princípio5 | ,098 | -,060 | ,926 |
| Princípio6 | ,866 | ,060 | ,091 |
| Princípio7 | ,885 | ,040 | ,291 |
| Princípio8 | ,080 | ,576 | ,545 |
| Princípio9 | ,086 | ,713 | ,150 |

Método de Extração: análise de Componente Principal.

Método de Rotação: Equamax com Normalização de Kaiser.

a. Rotação convergida em 4 iterações.

Figura 48 - Matriz das três componentes principais rodadas

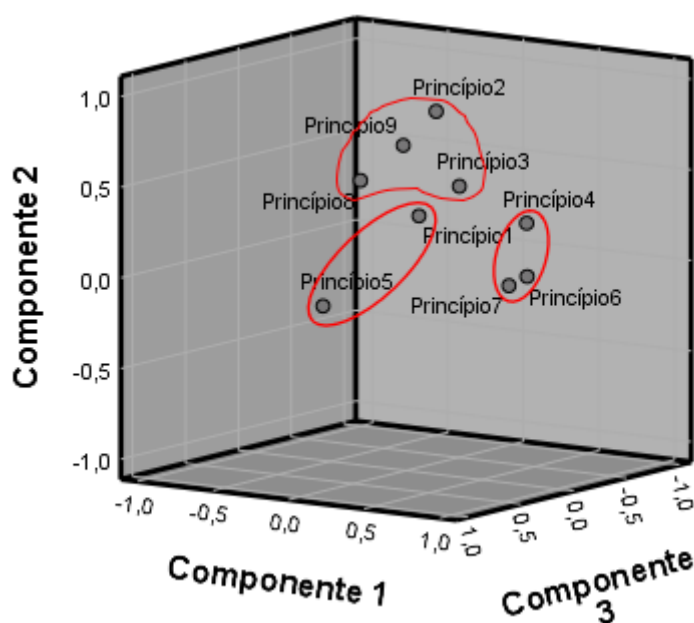


Figura 49 - Gráfico das componentes em espaço rodado

A partir da matriz de componente rodada relacionam-se os princípios de *lean manufacturing*, sendo visíveis as relações pelas formas de contorno vermelho,

presentes na Figura 49. Estes contornos foram desenhados tendo em conta a carga de cada um dos princípios em cada uma das componentes, tendo sido aglomerados os princípios cuja carga fosse superior a 0,5.

Assim sendo, a componente 1 é composta pelos princípios 4, 6 e 7 (*just in time*, equipas de trabalho e descentralização de responsabilidades, respetivamente). A redução das três variáveis, agrupadas no mesmo componente, infere como hipótese a explicação de uma variável latente referente ao método de trabalho da organização.

Relativamente à componente 2, esta é constituída pelos princípios 2, 3, 8 e 9 (melhoria contínua, controlo de qualidade, interligação com os fornecedores e sistema de informação, respetivamente). A redução das quatro variáveis, agrupadas no mesmo componente, infere como hipótese a explicação de uma variável latente referente aos elementos do processo produtivo.

No que concerne à componente 3 é formada pelos princípios 1 e 5 (eliminação de desperdício e sistema de produção, respetivamente). No caso do princípio 1, este surge agregado à componente 3 mercê da sua carga na matriz rotativa apresentar o valor mais elevado, apesar de não atingir o valor de 0,5. A redução das duas variáveis, agrupadas no mesmo componente, infere como hipótese a explicação de uma variável latente referente à maximização da eficiência do trabalho produzido.

4.2.3 ANÁLISE DE CLUSTERS

A análise de *Clusters* é uma técnica exploratória de análise multivariável que possibilita o agrupamento de sujeitos ou variáveis em grupos homogéneos baseados em uma ou mais características (Maroco, 2010).

Para a realização do teste no software SPSS, foram utilizadas as médias das respostas correspondentes às questões sete a quinze (por princípio de produção *lean*), transformadas em escala ordinal quantitativa de 1 a 5. A partir destes, a análise tem o objetivo de agregar os diferentes participantes no questionário, em função das suas semelhanças em termos dos níveis de implementação dos sistemas *lean*.

A aplicação do teste estatístico produziu os resultados observados no dendograma da Figura 50.

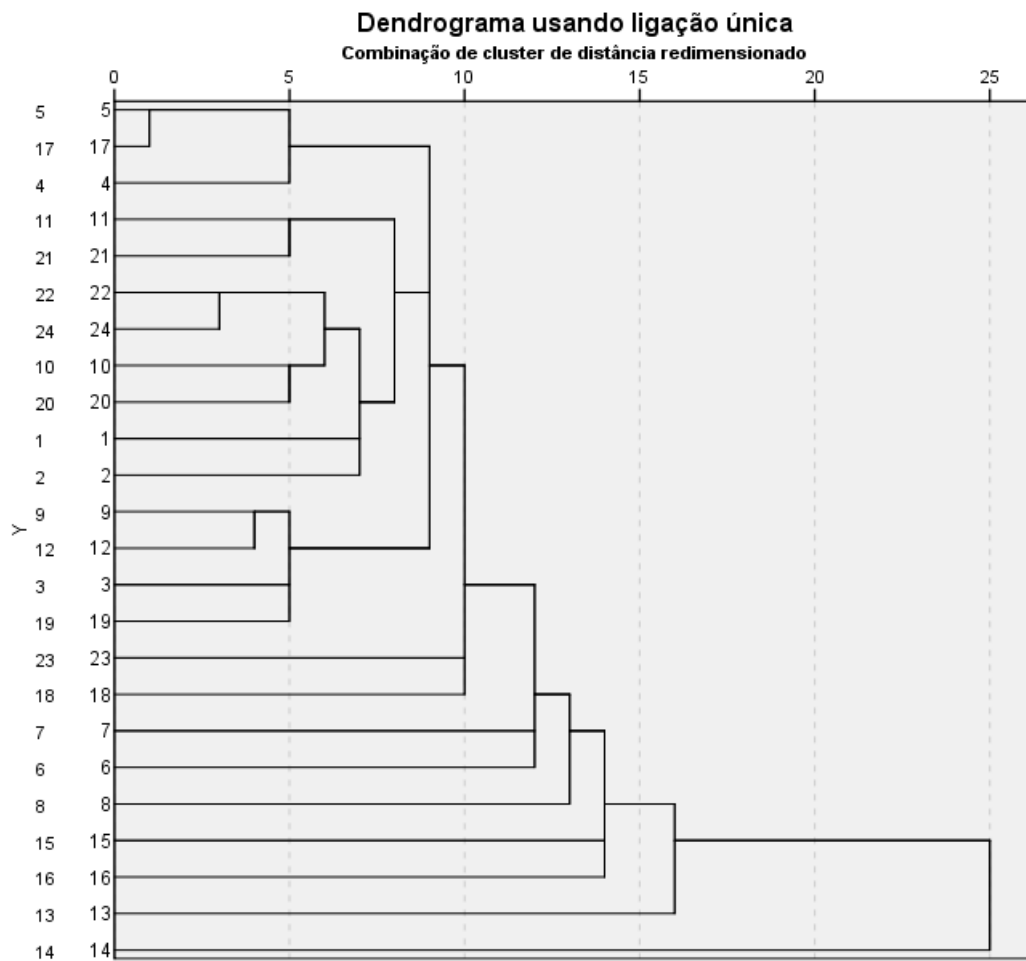


Figura 50 - Dendrograma

O dendrograma é de complexa interpretação, pois possui um elevado número de ramificações, de diversas magnitudes e de variadas distâncias de combinação de *clusters*. Assim, ao não ter uma leitura inequívoca, pode gerar erros de análise na definição de grupos. Em suma, a análise de clusters não se mostra um teste verosímil, não sendo fidedigno o agrupamento das organizações participantes em *clusters* de comportamento, em termos do seu sistema *lean* implementado.

4.2.4 TESTES DE ASSOCIAÇÃO

Os testes de associação têm por objetivo avaliar se duas variáveis apresentam alguma relação entre si.

No âmbito dos resultados obtidos ao questionário, decidiu-se efetuar testes de associação a três pares de variáveis, a saber:

- ✓ Número de colaboradores *versus* estado de maturação da implementação *lean*.
- ✓ Número de colaboradores *versus* existência de colaboradores a efetuar tarefas de *lean product development*.

- ✓ Existência de colaboradores a efetuar tarefas de *lean product development* versus estado de maturação da implementação *lean*.

4.2.4.1 NÚMERO DE COLABORADORES VERSUS ESTADO DE MATURAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO LEAN

O presente teste pretende averiguar se há associação entre o número de colaboradores e o estado de maturação da implementação *lean* na organização.

Para realizar o teste, foi efetuada uma alteração à escala inicial da variável “número de colaboradores”. Assim, efetuou-se a divisão entre “Pequenas e Médias empresas” (até 250 colaboradores) e “Grandes empresas” (acima de 250 colaboradores). Como resultado, foi atribuído o valor 0 às Pequenas e Médias empresas, e 1 às Grandes empresas. Quanto à variável “estado de maturação da implementação *lean*”, foi mantida a escala ordinal de 1 a 5.

Tendo em consideração que se está perante duas variáveis ordinais, e tendo por objetivo a averiguação da associação entre elas, o teste estatístico a aplicar é o coeficiente de correlação de Spearman (r_s). O valor do coeficiente varia entre -1 e 1, sendo maior o grau de associação quanto mais próximo dos extremos for o valor obtido, e menor quanto mais próximo de zero for o resultado (Martins, 2011).

Primeiramente, formulam-se as hipóteses de investigação:

- ✓ Hipótese H_0 : Não há associação entre o número de colaboradores e o estado de maturação da implementação *lean* na organização.
- ✓ Hipótese H_1 : Há associação entre o número de colaboradores e o estado de maturação da implementação *lean* na organização.

O *output* do teste apresenta a tabela presente na Figura 51. A correlação encontrada entre o ‘número de colaboradores’ e o ‘estado de maturação da implementação *lean* na organização’ é de 0,087, com uma probabilidade associada de 0,687. Perante o valor da correlação, verifica-se existir uma diminuta relação de associação entre as variáveis. Quanto ao valor da probabilidade associada, sendo o resultado superior à probabilidade inferida no teste (0,05), retém-se a hipótese nula (H_0).

| Correlações | | | Colaboradores | Maturação_lean |
|----------------|----------------|----------------------------|---------------|----------------|
| rô de Spearman | Colaboradores | Coefficiente de Correlação | 1,000 | ,087 |
| | | Sig. (2 extremidades) | . | ,687 |
| | | N | 24 | 24 |
| | Maturação_lean | Coefficiente de Correlação | ,087 | 1,000 |
| | | Sig. (2 extremidades) | ,687 | . |
| | | N | 24 | 24 |

Figura 51 - Resultado do coeficiente de correlação de Spearman, entre as variáveis número de colaboradores e estado de maturação *lean*

Redação do resultado: Não há associação entre o número de colaboradores e o estado de maturação da implementação *lean* na organização, $r_s = 0,087$, $p = 0,687$.

4.2.4.2 NÚMERO DE COLABORADORES VERSUS LEAN PRODUCT DEVELOPMENT

O presente teste pretende averiguar se há associação entre o número de colaboradores e a existência de colaboradores a efetuar tarefas de *lean product development* na organização.

Para realizar o teste, foi efetuada uma alteração à escala inicial da variável correspondente ao *lean product development*, sendo atribuído o valor 0 à resposta “Sim” e o valor 1 à resposta “Não”. No que diz respeito à variável “número de colaboradores”, foi mantida a escala ordinal, de 1 a 5. Quanto à variável ‘número de colaboradores’, foi mantida a escala ordinal de 1 a 5.

Tendo em consideração que se está perante uma variável ordinal e uma nominal, e tendo por objetivo a averiguação da associação entre elas, o teste estatístico a aplicar é o teste de independência do qui-quadrado.

O teste de independência do qui-quadrado avalia a independência entre as linhas e colunas de uma tabela composta por duas variáveis nominais ou uma variável nominal e outra ordinal, pretendendo averiguar se duas variáveis estão relacionadas (Martins, 2011).

Assim sendo, formulam-se as hipóteses de investigação:

- ✓ Hipótese H_0 : Não há associação entre o número de colaboradores e a existência de colaboradores a efetuar tarefas de *lean product development* na organização.
- ✓ Hipótese H_1 : Há associação entre o número de colaboradores e a existência de colaboradores a efetuar tarefas de *lean product development* na organização.

O *output* presente na Figura 52 assinala a frequência absoluta de casos decorrentes do cruzamento de cada um dos parâmetros de cada variável. Destaca-se que, das

dezanove organizações que utilizam práticas de *lean product development*, oito possuem mais de quinhentos colaboradores, observando-se a mesma frequência absoluta para as organizações com um número de colaboradores entre os 51 e os 500 trabalhadores, e apenas uma organização até cinquenta colaboradores recorre às práticas de *lean product development* no decorrer da sua atividade. Relativamente às organizações que não utilizam estas práticas, constata-se que duas delas possuem um número de colaboradores entre os 51 e os 250, ocorrendo a existência de uma organização alocada em cada uma das outras classes de número de colaboradores.

Tabulação cruzada Lean_product_development * Colaboradores

Contagem

| | | Colaboradores | | | | Total |
|--------------------------|---|---------------|---|---|---|-------|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Lean_product_development | 0 | 1 | 5 | 5 | 8 | 19 |
| | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 5 |
| Total | | 2 | 7 | 6 | 9 | 24 |

Figura 52 - Frequência absoluta dos valores observados, entre as variáveis número de colaboradores e *lean product development*

A tabela que se segue (presente na imagem da Figura 53), apresenta os valores referentes ao teste do qui-quadrado. Assim, verifica-se que o valor do teste do qui-quadrado, com três graus de liberdade, é de 1,865, com uma probabilidade associada de 0,601. Visto que o valor de significância assintótica bilateral é superior ao nível de significância do teste (0,05), não se rejeita a hipótese nula (H_0).

Apesar da hipótese nula não ser rejeitada neste caso, o teste do qui-quadrado não pode ser aplicado com rigor. Uma aplicação do teste do qui-quadrado só é considerada rigorosa quando se verificam as três condições seguintes (Maroco, 2010):

- ✓ Amostra superior a vinte (20).
- ✓ Todas as frequências absolutas observadas, decorrentes do cruzamento entre as duas variáveis, serem superiores a um (1).
- ✓ Pelo menos 80% das frequências absolutas observadas, decorrentes do cruzamento entre as duas variáveis, sejam iguais ou superiores a cinco (5).

Redação do resultado: Não há associação entre o número de colaboradores e a existência de colaboradores a efetuar tarefas de *lean product development* na organização, $\chi^2 = 1,865$, $p = 0,601$.

Testes qui-quadrado

| | Valor | gl | Significância Assintótica (Bilateral) |
|------------------------------|--------------------|----|---------------------------------------|
| Qui-quadrado de Pearson | 1,865 ^a | 3 | ,601 |
| Razão de verossimilhança | 1,729 | 3 | ,630 |
| Associação Linear por Linear | 1,627 | 1 | ,202 |
| N de Casos Válidos | 24 | | |

a. 6 células (75,0%) esperavam uma contagem menor que 5.
A contagem mínima esperada é ,42.

Figura 53 - Resultado do teste de independência do qui-quadrado, entre as variáveis número de colaboradores e *lean product development*

4.2.4.3 LEAN PRODUCT DEVELOPMENT VERSUS ESTADO DE MATURAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO LEAN

O presente teste pretende averiguar se há associação entre a existência de colaboradores a efetuar tarefas de *lean product development* e o estado de maturação da implementação *lean* na organização.

Para realizar o teste, foi efetuada uma alteração à escala inicial da variável correspondente ao *lean product development* (questão dezassete do questionário), sendo atribuído o valor 0 à resposta “Sim” e o valor 1 à resposta “Não”. No que diz respeito à variável “estado de maturação da implementação *lean*”, foi mantida a escala ordinal, de 1 a 5.

Tendo em consideração que se está perante uma variável ordinal e uma nominal, e tendo por objetivo a averiguação da associação entre elas, o teste estatístico a aplicar é o teste de independência do qui-quadrado.

Assim sendo, formulam-se as hipóteses de investigação:

- ✓ Hipótese H_0 : Não há associação entre a aplicação de práticas de *lean product development* e o estado de maturação da implementação *lean* na organização.
- ✓ Hipótese H_1 : Há associação entre a aplicação de práticas de *lean product development* e o estado de maturação da implementação *lean* na organização.

O *output* presente na Figura 54 assinala a frequência absoluta de casos decorrentes do cruzamento de cada um dos parâmetros de cada variável. Destaca-se que, das organizações que utilizam práticas de *lean product development*, sete avaliam-se com um nível de maturação *lean* médio, seis com nível elevado, cinco com nível reduzido, e apenas uma com um nível de maturação *lean* muito elevado. Em sentido inverso, das organizações que não aplicam *lean product development* no decorrer da sua atividade, quatro delas avaliam-se com um grau de maturação *lean* médio, restando uma organização a avaliar-se com um nível elevado.

Tabulação cruzada Lean_product_development * Maturação_lean

Contagem

| | | Maturação_lean | | | | |
|--------------------------|---|----------------|----|---|---|-------|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | Total |
| Lean_product_development | 0 | 5 | 7 | 6 | 1 | 19 |
| | 1 | 0 | 4 | 1 | 0 | 5 |
| Total | | 5 | 11 | 7 | 1 | 24 |

Figura 54 - Frequência absoluta dos valores observados, entre as variáveis *lean product development* e estado de maturação *lean*

A tabela que se segue (presente na imagem da Figura 55), apresenta os valores referentes ao teste do qui-quadrado. Assim, verifica-se que o valor do teste do qui-quadrado, com três graus de liberdade, é de 3,370, com uma probabilidade associada de 0,338. Visto que o valor de significância assintótica bilateral é superior ao nível de significância do teste (0,05), não se rejeita a hipótese nula (H_0).

Apesar da hipótese nula não ser rejeitada neste caso, o teste do qui-quadrado não pode ser aplicado com rigor pelas mesmas razões enunciadas no ponto 4.2.4.2.

Redação do resultado: Não há associação entre a existência de colaboradores a efetuar tarefas de *lean product development* na organização e o estado de maturação da implementação *lean*, $\chi^2 = 3,370$, $p = 0,338$.

Testes qui-quadrado

| | Valor | gl | Significância Assintótica (Bilateral) |
|------------------------------|--------------------|----|---------------------------------------|
| Qui-quadrado de Pearson | 3,370 ^a | 3 | ,338 |
| Razão de verossimilhança | 4,401 | 3 | ,221 |
| Associação Linear por Linear | ,011 | 1 | ,918 |
| N de Casos Válidos | 24 | | |

a. 6 células (75,0%) esperavam uma contagem menor que 5.
A contagem mínima esperada é ,21.

Figura 55 - Resultado do teste de independência do qui-quadrado, entre as variáveis *lean product development* e estado de maturação *lean*

CONCLUSÕES

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS COM BASE NA ANÁLISE ESTATÍSTICA
DESCRITIVA

5.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS COM BASE NA ANÁLISE ESTATÍSTICA
EXPLORATÓRIA

5.3 LIMITAÇÕES DEPARADAS AO LONGO DA DISSERTAÇÃO

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.5 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

5 CONCLUSÕES

Após a extensa análise estatística aos resultados obtidos no questionário, é possível tecer algumas considerações que permitam explicar o estado atual das práticas *lean* implementadas na indústria portuguesa.

5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS COM BASE NA ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA

No que concerne às características das organizações, verifica-se uma maioria das empresas capitalizadas por investidores nacionais. Já relativamente à sede institucional, mais de três quartos localizam-se em território português. Quanto ao número de colaboradores afetos às empresas, constata-se que a amostra se apresenta sensivelmente dividida a meio, no que diz respeito a pequenas e médias empresas e a grandes empresas, evidenciando uma vasta abrangência do tecido industrial português.

Verifica-se um significativo alcance dos conceitos *lean* na indústria portuguesa, comprovados pelos 77,4% que recorrem à utilização de ferramentas *lean* no decorrer da sua atividade. Destes, constata-se a generalização de ferramentas basilares como o 5S e a gestão visual, mas também de ferramentas de caráter mais técnico, como são os casos do SMED, trabalho normalizado, mapeamento da cadeia de valor e FMEA.

A temática mais aprofundada ao longo da dissertação diz respeito ao sistema de produção *lean* das organizações (*lean manufacturing*). A partir dos modelos de avaliação de desempenho da produção, explanados na revisão bibliográfica do presente documento, foram construídas as questões suportadas nos princípios de produção *lean*, referentes às características mais relevantes associadas a cada um dos princípios.

O princípio de eliminação de desperdício apresenta um grau médio de sucesso mediano, destacando-se pela positiva a preocupação das organizações pela redução dos tempos de *setup* durante o processo produtivo, prática comprovada pela elevada percentagem de organizações a utilizar a técnica SMED.

A melhoria contínua é um princípio de *lean manufacturing* que evidencia avaliações intermédias, ficando aquém das expectativas do objetivo do trabalho. Visto o mercado atual ser global e altamente competitivo, em que cada vez mais o cliente é quem dita o preço, provocando um esmagamento nas margens de lucro e atirando a competitividade das organizações para o lado dos custos associados à produção, torna-se imperiosa uma permanente evolução e procura pela melhoria do sistema produtivo. Para isso, as sugestões dos funcionários, sobretudo daqueles que lidam mais proximamente com o “chão de fábrica”, devem ter um papel preponderante, visto serem estes quem lida no dia a dia com a dinâmica de produção.

O controlo de qualidade é, hoje em dia, peça fundamental no seio das organizações e preponderante para o cumprimento dos requisitos do cliente, demonstrando ser um dos fatores de competitividade. Neste campo, constata-se a evolução na capacidade dos processos para conceberem produtos conformes. Simultaneamente, verifica-se dificuldade nas organizações em emagrecer o número de recursos humanos associados ao controlo de qualidade, sendo concordante com o tímido resultado obtido pelo sucesso no incremento da automatização do controlo de defeitos. Assim sendo, pode inferir-se como hipótese a existência de défice no investimento financeiro em automatização ou a falta de apoio dos centros de decisão na concretização destas medidas, já que o controlo de qualidade é considerado como uma atividade que não acrescenta valor ao produto, apesar de necessária a sua existência.

Relativamente ao nível de produção *just in time*, verifica-se um resultado mediano das características, em grande parte afetado negativamente pela elevada dispersão dos resultados. O tempo de produção é um parâmetro que influi na eficiência do sistema produtivo. A aplicação de práticas *lean* deve resultar em redução no tempo de ciclo de produção de um produto, tendo em consideração a eliminação de gargalos no sistema que possam provocar criação de stock intermédio, garantindo assim um elevado nível de serviço ao cliente.

As características relativas à produção em regime *pull* regista graus de sucesso medíocres, mercê dos seus valores médios a rondar o valor mediano da escala, pelo lado negativo. A utilização deste regime é fulcral, visto que incentiva a produção apenas em função da procura, evitando o consumo de recursos (resultando em custo de posse dos *stocks*) e deixando margem ao cumprimento de elevado nível de serviço ao cliente.

O princípio do trabalho em equipa é tomado em consideração pelas organizações, mercê dos resultados médios bastante positivos, apesar da concomitante dispersão dos mesmos explanada pelo elevado desvio padrão das características. Neste campo, não basta dotar os funcionários de conhecimentos providenciados em formações, mas também incentivar ao incremento do número de tarefas realizadas em equipa, tirando partido da mais valia obtida pela sinergia alcançada pelo conjunto de colaboradores.

A descentralização de responsabilidades no seio das organizações é uma temática cuja evolução no sentido positivo não ocorre à mesma velocidade que os restantes princípios acima abordados, comprovado pelos resultados alcançados pelas diversas características estudadas. Destaca-se pela negativa o défice na redução de níveis hierárquicos na estrutura organizacional, inferindo-se uma certa manutenção na verticalidade dos organogramas.

A temática relativa à interligação com os fornecedores apresenta um grau de sucesso negativo, inferindo-se como hipótese um défice na relação das organizações com os seus fornecedores e vice-versa. Neste sentido, torna-se importante o fortalecimento destas relações como forma de verificação e garantia de qualidade dos produtos entre elos da cadeia de valor.

O princípio relativo ao sistema de informação é talvez o princípio de produção *lean* que apresenta mais elevado grau de sucesso. Com a implementação destas práticas *lean*, houve um incremento da frequência da informação partilhada com os colaboradores, aumentando também o número de áreas de disponibilização da mesma e o número de métricas de avaliação das equipas de trabalho.

No que concerne à área de desenvolvimento de produto (*lean product development*), constata-se que a grande maioria das empresas possuem colaboradores afetos a este tipo de tarefas, no entanto apenas pouco de metade detém um departamento independente associado ao desenvolvimento de produto.

5.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS COM BASE NA ANÁLISE ESTATÍSTICA EXPLORATÓRIA

A avaliação aos resultados do questionário tem por base a realização de testes estatísticos que efetuam um estudo mais aprofundado aos dados recolhidos.

Sendo a área temática de *lean manufacturing* constituída por diversas questões, e seguindo todas a mesma metodologia, foi primeiramente realizado o teste do alfa de Cronbach. Foi obtido um valor de 0,914, correspondendo a um excelente nível de consistência das respostas, evidenciando que os dados obtidos não apresentam relevante erro aleatório e estimam a variação sistemática.

A aplicação dos mesmos dados, mas agora com a utilização dos valores médios de cada princípio de *lean manufacturing*, permitiu a realização de uma análise de componentes principais. Esta mostra a possibilidade de aglomeração dos 9 princípios em apenas três componentes principais, explicando estas componentes mais de 70% da variância total verificada.

Como complementaridade foram realizados três testes de associação, em que se tentou averiguar a existência de associação entre os seguintes pares de variáveis: número de colaboradores *versus* estado de maturação da implementação *lean*, número de colaboradores *versus* a existência de colaboradores a desempenhar tarefas de *lean product development*, e entre o estado de maturação da implementação *lean* *versus* a existência de colaboradores a desempenhar tarefas de *lean product development*. Em todos eles se verifica não existir associação entre as variáveis, dificultando a agregação de *clusters* de organizações.

5.3 LIMITAÇÕES DEPARADAS AO LONGO DA DISSERTAÇÃO

A maior dificuldade a provocar entraves ao longo do percurso da presente dissertação prendeu-se com a dificuldade em obter respostas ao questionário. Este acontecimento suscitou um esforço suplementar no sentido de conseguir entrar em contacto com as organizações. Além disso, ocorreram casos em que empresas se mostraram indisponíveis, recusando a colaboração no preenchimento do questionário.

A dificuldade em obter respostas ao questionário resultou na dimensão limitada da amostra alcançada, tendo levantado obstáculos ao desenvolvimento de testes estatísticos exploratórios mais fidedignos, conforme o ocorrido com os testes de independência do qui-quadrado.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste estudo permitiu verificar que uma expressiva percentagem das organizações utiliza *lean* no seio da sua atividade. Quanto à maturação da implementação, esta apresenta, na generalidade, um grau de sucesso mediano. Destacam-se pela positiva a preocupação na adoção dos princípios do trabalho em equipa e do sistema de informação interno. Ao invés, a descentralização de responsabilidades e a interligação com os fornecedores são princípios a carecer de maior grau de atenção por parte das organizações industriais nacionais.

5.5 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Ao longo do espaço temporal de realização da dissertação foram surgindo ideias como complemento a este estudo, ou como vertentes mais específicas da implementação *lean*.

Como tal, o autor desta dissertação propõe como trabalhos futuros:

- ✓ Efetuar um estudo de implementação de práticas *lean*, direcionado a determinados setores de atividade, como por exemplo o setor associado à indústria automóvel, ou à indústria metalúrgica.
- ✓ Efetuar um estudo em que se averigue a existência de associação entre os parâmetros código CAE e o estado de maturação da implementação *lean*, visto que esta associação é uma forte possibilidade de acordo com a convicção do autor, na sequência do presente trabalho.

BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

6 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Amran, T., Azmi, N., & Surjawati, A. (2017). *Information system and website design to support the automotive manufacture ERP system*. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.
- Arunagiri, P., & Gnanavelbabu, A. (2014). Identification of major lean production waste in automobile industries using weighted average method. *Procedia Engineering*, 97, 2167-2175.
- Baynal, K., Sari, T., & Akpınar, B. (2018). Risk management in automotive manufacturing process based on FMEA and grey relational analysis: A case study. *Advances in Production Engineering & Management*, 13(1), 69-80.
- Bhuvanesh Kumar, M., & Parameshwaran, R. (2018). Fuzzy integrated QFD, FMEA framework for the selection of lean tools in a manufacturing organisation. *Production Planning & Control*, 1-15.
- Bragança, S., & Costa, E. M. (2015). An application of the lean production tool standard work.
- Costa, E. S. M. d., Sousa, R. M., Bragança, S., & Alves, A. C. (2013). An industrial application of the SMED methodology and other Lean production tools.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, 16(3), 297-334.
- Eaidgah, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement: A lean manufacturing approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 7(Issue: 2), pp.187-210. doi:10.1108/IJLSS-09-2014-0028
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 11.0 Update*: Allyn and Bacon.
- INE, I. (2007). *Classificação Portuguesa das Actividades Económicas Rev. 3*. In Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, IP.
- Jiménez, M., Romero, L., Domínguez, M., & del Mar Espinosa, M. (2015). 5S methodology implementation in the laboratories of an industrial engineering university school. *Safety science*, 78, 163-172.
- Karlsson, C., & Åhlström, P. (1996). Assessing changes towards lean production. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 24-41.
- Korytkowski, P., Wisniewski, T., & Rymaszewski, S. (2013). Multivariate simulation analysis of production leveling (heijunka) - a case study. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(9), 1554 - 1559. doi:<https://doi.org/10.3182/20130619-3-RU-3018.00285>

- Kumar, N. P. (2014). Analysing the Benefits of Value Stream Mapping in Mining Industry. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(10), 16668-16673.
- Mâinea, M., Duță, L., Patîc, P. C., & Căciulă, I. (2010). A method to optimize the Overall Equipment Effectiveness. *IFAC Proceedings Volumes*, 43(17), 237-241.
- Maksimovic, M., Al-Ashaab, A., Shehab, E., Flores, M., Ewers, P., Haque, B., . . . Sulowski, R. (2014). Industrial challenges in managing product development knowledge. *Knowledge-Based Systems*, 71, 101-113.
- Maroco, J. (2010). *Análise estatística com utilização do SPSS*: Edições Sílabo.
- Maroco, J., & Garcia-Marques, T. (2006). Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? *Laboratório de psicologia*, 65-90.
- Martins, C. (2011). *Manual de Análise de Dados Quantitativos com recurso ao IBM SPSS*: Psiquilíbrios.
- Moreira, F. (2011). Estudo da Implementação da Filosofia Lean na Indústria Portuguesa. (Mestrado em Engenharia Mecânica), Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
- Mostafa, S., & Dumrak, J. (2015). Waste elimination for manufacturing sustainability. *Procedia Manufacturing*, 2, 11-16.
- Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. K. (2017). Towards Lean Production in Industry 4.0. *Procedia Engineering*, 182, 466-473. doi:<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.135>
- Naylor, J. B., Naim, M. M., & Berry, D. (1999). Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain. *International Journal of production economics*, 62(1-2), 107-118.
- Pereira, A. (2008). *SPSS: Guia prático de utilização* (Vol. 7): Edições Sílabo, Lda.
- Pinto, J. P. (2013). *Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa: Lidel.
- Rosa, C., Silva, F., Ferreira, L. P., & Campilho, R. (2017). SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 13, 1034-1042.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda*: Lean Enterprise Institute.
- Sánchez, A. M., & Pérez, M. P. (2001). Lean indicators and manufacturing strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, 21(11), 1433-1452.

- Sartal, A., Senra, A. I. M., & Cruz-Machado, V. (2017). Are all Lean Principles Equally Eco-Friendly? A Panel Data Study. *Journal of Cleaner Production*.
- Ulutas, B. (2011). An application of SMED Methodology. *World academy of science, engineering and technology*, 79, 101.
- Welo, T., & Ringen, G. (2016). Beyond waste elimination: Assessing lean practices in product development. *Procedia CIRP*, 50, 179-185.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2013). *Lean Thinking: Banish Waste And Create Wealth In Your Corporation*: Simon & Schuster UK.

ANEXOS

7.1 *EMAIL ENVIADO AOS INQUIRIDOS*

7 ANEXOS

7.1 EMAIL ENVIADO AOS INQUIRIDOS

Assunto: Participação em estudo sobre Implementação Lean na Indústria Portuguesa

Exmo(a). Sr(a),

Convida-se vossa excelência a participar num estudo subordinado à temática da **Implementação de práticas Lean na Indústria Portuguesa**, podendo fazê-lo através do preenchimento do questionário presente no link infra.

Link para o questionário:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdLF3fTOYF2kC2WYXYfPKJX9pR4ilpI9W8MoBx1KFtVBtFu8g/viewform>

O estudo em causa insere-se no âmbito de uma dissertação de mestrado, pertencente ao Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP). Com o estudo pretende-se estudar e analisar os níveis de penetração das práticas *lean* no tecido industrial português e o nível de implementação no mesmo.

O questionário é anónimo e serão respeitados os direitos de privacidade, sendo os dados recolhidos unicamente para fins estatísticos de cariz académico-científico.

O tempo de preenchimento do questionário é inferior a 10 minutos.

Caso possua alguma questão, poderá contactar através do email 1160071@isep.ipp.pt.

Desde já agradeço a atenção e disponibilidade na colaboração.

Com os melhores cumprimentos,

Diogo Martins